

Anwendung und Evaluation eines Targeted Selective Treatment in kommerziellen Milchziegenbetrieben

von Sissi Jaggy

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Anwendung und Evaluation eines Targeted Selective Treatment
in kommerziellen Milchziegenbetrieben

von Sissi Jaggy
aus Pforzheim

München, 2016

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:
Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Mitbetreuung durch: Dr. Katja Voigt
Dr. Miriam Scheuerle

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Korreferent/en: Priv.-Doz. Dr. Bettina Wollanke

Tag der Promotion: 16. Juli 2016

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT.....	2
1.	Milchziegenhaltung	2
1.1.	Ziegenhaltung in Deutschland und Baden-Württemberg.....	2
1.2.	Haltungssysteme.....	3
1.3.	Managementsysteme	4
2.	Magen-Darm-Parasiten	4
2.1.	Bedeutung für die Ziegenhaltung	4
2.2.	Taxonomie.....	5
2.3.	Magen-Darm-Nematoden.....	5
2.3.1.	Ordnung Strongylida	5
2.3.1.1.	Familie Trichostrongylidae	5
2.3.1.2.	Familie Molineidae	8
2.3.1.3.	Familie Chabertiidae	8
2.3.1.4.	Familie Ancylostomatidae (Hakenwürmer)	9
2.3.2.	Ordnung Rhabditida	9
2.3.3.	Weitere Magen-Darm-Nematoden	10
2.4.	Sonstige Endoparasitosen.....	10
2.4.1.	Bandwürmer	10
2.4.2.	Kokzidiose.....	11
2.4.3.	Leberegel.....	11
2.4.4.	Lungenwürmer	12
3.	Anthelminthika.....	12
3.1.	Wirkstoffgruppen und Wirkstoffe gegen gastrointestinale Nematoden....	12
3.2.	Zulassungsproblematik im Milchziegenbereich.....	14
3.3.	Resistenzen gegen Anthelminthika	15
3.3.1.	Vorkommen.....	15
3.3.2.	Resistenzen – Mechanismen und begünstigende Faktoren	16
4.	Parasitenmanagement bei Grünfütterung oder Weidehaltung	19
4.1.	Managementziel: Minimierung der Wurmbürde.....	19
4.1.1.	Am Reproduktionsstatus orientierte Entwurmung.....	20

4.1.2.	An Weidemanagement/Ökologie der Parasiten orientierte Entwurmung .	20
4.2.	Managementziel: Erhaltung von Refugien.....	20
4.2.1.	Weidemanagement in Verbindung mit Refugien.....	21
4.2.2.	Targeted Treatment	22
4.2.3.	Targeted Selective Treatment (TST).....	22
4.2.3.1.	Parameter für ein TST	23
4.2.3.2.	Kombination verschiedener Parameter	25
4.2.4.	Einführen empfänglicher Wurmpopulationen.....	26
4.3.	Alternativen zum Anthelminthika-Einsatz.....	26
III.	MATERIAL UND METHODEN	27
1.	Betriebe	27
1.1.	Haltung der Ziegen.....	27
1.2.	Entwurmungsmanagement	29
1.3.	Leistungsdaten.....	29
2.	Betriebsbesuche, Probengewinnung und -untersuchung	29
2.1.	Anwendung des TST-Schlüssels	29
2.2.	Koprooskopie	32
2.2.1.	Gewinnung der Kotproben	33
2.2.2.	Modifiziertes McMaster-Verfahren	33
2.2.3.	Gattungs- bzw. Speziesbestimmung der gastrointestinalen Nematoden...	34
2.2.3.1.	Larvenkultur	34
2.2.3.2.	Trichterauswanderverfahren.....	35
2.2.3.3.	Larvenbestimmung.....	35
2.2.4.	Sedimentationsverfahren	36
2.2.5.	Spezifische Anfärbung von <i>Haemonchus</i> -Eiern	36
2.3.	Beprobung der Weide.....	37
2.3.1.	Gewinnung der Weideproben.....	37
2.3.2.	Aufbereitung der Proben im Labor	38
2.3.3.	Untersuchung und Auswertung der Proben	40
2.4.	Blutproben.....	40
2.5.	Milchleistungsprüfung	41
2.6.	Wetterdaten	41
2.7.	Statistik.....	41

IV.	ERGEBNISSE	44
1.	Wetterdaten	44
2.	Leistungsdaten der Herden im Versuchsjahr.....	45
2.1.	Laktationsnummer und Ablammungen	45
2.2.	Milchleistung.....	46
2.3.	Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung	47
3.	Parasitenbelastung der Herde.....	48
3.1.	Gastrointestinale Nematoden	48
3.1.1.	Magen-Darm-Strongyliden	48
3.1.1.1.	Eiausscheidung.....	48
3.1.1.2.	Speziesdifferenzierung	51
3.1.2.	Weitere gastrointestinale Nematoden.....	53
3.2.	Bandwürmer	54
3.3.	Leberegel	54
3.4.	Kokzidien	55
3.5.	Lungenwürmer	55
4.	Weidebelastung mit infektiösen GIN-Larven.....	55
5.	Das TST-System	57
5.1.	Anwendung des TST-Scores	57
5.2.	Verlauf des Gesamtscores und der einzelnen klinischen Parameter	58
6.	Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Parametern	62
6.1.	Schleimhautfarbe und Hämatokrit	62
6.2.	Zusammenhang Hämatokrit und Laktationsdaten bzw. Eiausscheidung..	64
6.3.	Vergleich der Farbe von Augen- und Scheidenschleimhaut.....	65
6.4.	TST-Score und Eiausscheidung	66
6.5.	Klinische Parameter und Milchleistung	68
6.6.	Klinische Parameter und Laktationsnummer	69
6.7.	Eiausscheidung und Milchleistung.....	71
6.8.	Eiausscheidung und Laktationsnummer.....	72
7.	Effekt der Entwurmung.....	72
7.1.	Veränderung in der Eiausscheidung nach einer Entwurmung	72
7.2.	Veränderung der Milchleistung nach einer Entwurmung	75

V.	DISKUSSION	78
1.	Eiausscheidung als Parameter für Wurmbelastung	78
2.	Beprobung der Weide	79
3.	Belastung der Tiere im Verlauf der Weidesaison	80
4.	Effekt einer Entwurmung.....	82
4.1.	Einfluss einer Entwurmung auf die Eiausscheidung.....	82
4.2.	Einfluss einer Entwurmung auf die Milchleistung.....	82
5.	Targeted Selective Treatment	84
5.1.	FAMACHA [®] -Score	84
5.1.1.	Validierung des FAMACHA [®] -Scores im Hinblick auf Anämie	84
5.1.2.	Zusammenhang zwischen Grad der Anämie und Eiausscheidung.....	86
5.1.3.	Unterschiede zwischen Schafen und Ziegen	88
5.1.4.	Bewertung des FAMACHA [®] -Scores als TST-Parameter	89
5.1.5.	FAMACHA [®] -Score an der Scheidenschleimhaut.....	90
5.2.	Körperkondition	91
5.2.1.	Zusammenhang zwischen Körperkondition und Eiausscheidung.....	91
5.2.2.	Bewertung der Körperkondition als TST-Parameter	92
5.3.	Kotkonsistenz	93
5.3.1.	Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Eiausscheidung	93
5.3.2.	Bewertung der Kotkonsistenz als TST-Parameter	94
5.4.	Milchleistung.....	95
6.	Einschränkungen im Versuchsaufbau	96
7.	Schlussfolgerungen.....	97
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	100
VII.	SUMMARY.....	102
VIII.	LITERATURVERZEICHNIS	104
IX.	ANHANG	129
1.	Studien zum Thema TST-System	129
2.	Wichtige Endoparasiten beim kleinen Wiederkäuer	137
3.	In Deutschland zugelassene Anthelminthika für Wiederkäuer	138

4.	Zeitstrahl 2014 mit Untersuchungsterminen.....	149
5.	Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung...	150
6.	Speziesdifferenzierung	152
7.	Beprobung der Weide: Ergebnisse und Bemerkungen	153
8.	Klinische Untersuchung der Versuchstiere	155
9.	Vorkommen der möglichen TST-Kombinationen	157
10.	Hämatokrit-Werte der einzelnen FAMACHA®-Scores.....	162
11.	Korrelationen der klinischen Parameter mit Eiausscheidung.....	163
12.	Korrelation der klinischen Parameter und der Milchleistung.....	165
13.	Zusammenhang von Milchleistung und Eiausscheidung	167
14.	Zusammenhang von Laktationsnummer und Eiausscheidung.....	167
15.	Einfluss der Entwurmung auf Milchleistung, Betrieb 1.....	168
X.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	170
XI.	TABELLENVERZEICHNIS	172
XII.	DANKSAGUNG	175

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

µm	Mikrometer	Lakt.-Nr.	Laktationsnummer
95% KI	95 %-Konfidenzintervall	Max	Maximum
aq. dest	Aqua destillata (destilliertes Wasser)	Min	Minimum
AUC	Fläche unter der Kurve (area under the curve)	MLP	Milchleistungsprüfung
C.	<i>Chabertia</i>	MW	Mittelwert
CAE	Caprine Arthritis- Encephalitis	n	Anzahl
cm	Zentimeter	N.	<i>Nematodirus</i>
D	Durchmesser	O.	<i>Ostertagia</i>
D.	<i>Dictyocaulus</i>	o. g.	oben genannt
EpG	Eizahl pro Gramm Kot	Oe.	<i>Oesophagostomum</i>
FAO- STAT	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistic Division	P	Prozent
FITC	Fluoresceinisothiocyanat	p	p-Wert
Forts.	Fortsetzung	PBS	Pufferlösung (Phosphate- buffered saline)
g	Gramm	r	Korrelationskoeffizient
getr. Gras	getrocknetes Gras	RCF	relative Zentrifugal- beschleunigung (relative centrifugal force)
GIN	Gastrointestinal- Nematoden	ROC	Receiver-Operating- Characteristic
H.	<i>Haemonchus</i>	S.	<i>Strongyloides</i>
ha	Hektar	SD	Standardabweichung (standard deviation)
inkl.	inklusive	SE	Standardfehler (standard error)
kg	Kilogramm	T.	<i>Trichostrongylus</i>
KM	Körpermasse	Te.	<i>Teladorsagia</i>
l	Liter	TST	Targeted Selective Treatment
L I	Erstlarve	vgl.	vergleiche
L II	Zweitlarve	vs.	versus
L III	Drittlarve	z. B.	zum Beispiel
L IV	Viertlarve	ZNS	Zentrales Nervensystem

I. EINLEITUNG

Seit den 1980er Jahren gewinnt die Milchziege in Baden-Württemberg zunehmend an Bedeutung, wobei die Tiere hier überwiegend in grünlandbetonten Haltungssystemen und zum großen Teil in ökologischer Wirtschaftsweise gehalten werden (HEROLD et al., 2014). Die in ökologischen Tierhaltungen geforderte Weidehaltung (VO (EG) NR. 889/2008) geht dabei unweigerlich mit einer Infektion der Tiere mit Endoparasiten einher (DEINHOFER, 2009), was wirtschaftliche Verluste für den Betrieb nach sich zieht (HOLMES, 1985).

Die Behandlung von Parasitosen wird bei Ziegen zum einen durch die gesetzlich vorgeschriebene Wartezeit auf die Milch nach der Umwidmung von Medikamenten (TÄHAV) und zum anderen durch die weit verbreiteten Resistenzen gegenüber Anthelminthika in Wurmpopulationen (ROSE et al., 2015) erschwert. Eine mögliche Lösung zur effektiven Parasitenkontrolle in Milchziegenbetrieben stellt die gezielte Behandlung (Targeted Selective Treatment, TST) von den Tieren dar, die eine Behandlung tatsächlich nötig haben (VAN WYK et al., 2006). Dadurch werden Refugien für empfindliche Wurmpopulationen geschaffen, welche die Nachkommen der resistenten Würmer, die eine Behandlung überlebt haben, auf der Weide verdünnen (LEATHWICK et al., 2008). Zudem könnte eine gezielte Behandlung stärker betroffener Ziegen während der Laktation helfen, die Belastung der Tiere und somit auch die wirtschaftlichen Verluste durch Milchrückgang infolge von Parasitosen zu verringern.

Für ein erfolgreiches TST müssen Parameter zur Identifikation behandlungswürdiger Tiere ausfindig gemacht, auf ihre Nachhaltigkeit, Objektivität und Benutzerfreundlichkeit getestet und spezifisch auf die jeweilige Region abgestimmt werden (KENYON et al., 2009). In verschiedenen Ländern wurden bereits Untersuchungen zum TST in Betrieben mit Ziegen und/oder Schafen durchgeführt (eine Übersicht über verschiedene Studien findet sich im Anhang in Tabelle IX-1). Aus Deutschland fehlen bislang Studien zur Anwendung des TST bei Ziegen; es gibt hingegen eine Studie bei Schaflämmern, die 2014 veröffentlicht wurde (TRAPP).

Ziel der vorliegenden Studie war es, ein TST-Schema in zwei Milchziegenbetrieben im Südschwarzwald zu testen. Die dafür angewandten Parameter waren die Schleimhautfarbe am Auge, die Körperkondition und die Kotkonsistenz. Zusätzlich wurde noch die Milchleistung als möglicher TST-Parameter evaluiert.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Milchziegenhaltung

1.1. Ziegenhaltung in Deutschland und Baden-Württemberg

Die Ziegenhaltung in Deutschland wandelte sich stark im 20. Jahrhundert (Abbildung II-1). Fand die Ziege als „Kuh des kleinen Mannes“ um das Jahr 1920 in Deutschland ihre größte Verbreitung mit etwa 4,5 Millionen gehaltenen Tieren, so sanken die Bestände bis nach dem zweiten Weltkrieg auf ca. 2 Millionen und nahmen ab 1950 weiter stark ab (SPANNL-FLOR & SAMBRAUS, 2012). Erst seit Ende der 1980er Jahre gewinnt die landwirtschaftliche Milchziegenhaltung wieder zunehmend an Bedeutung, was zu einem erneuten leichten Wachstum der Ziegenbestände in Deutschland führt (HEROLD et al., 2014).

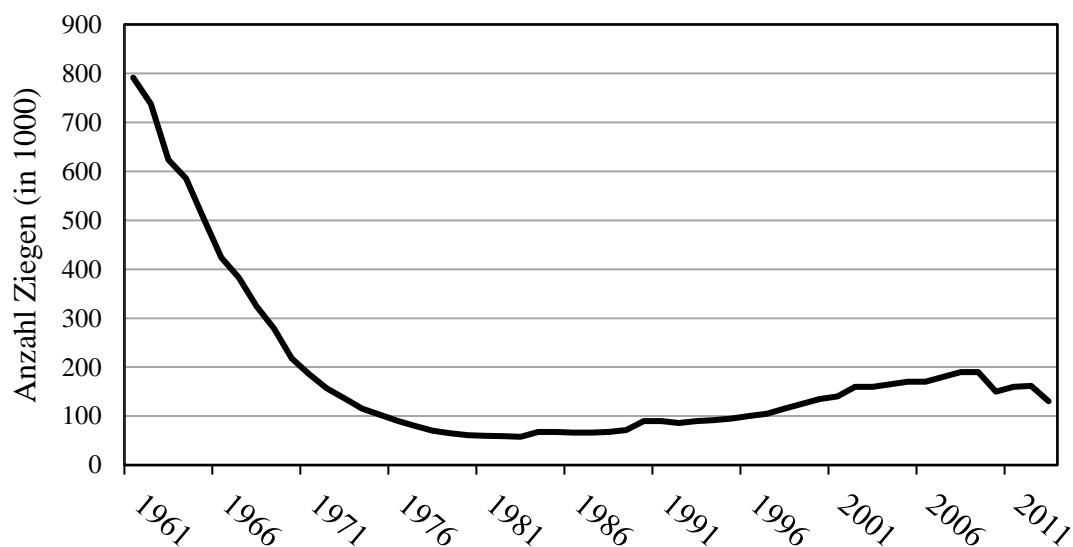


Abbildung II-1: Ziegenhaltung in Deutschland von 1961-2013

Datenquelle: FAOSTAT

Laut der Agrarstrukturerhebung (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2014) wurden im Jahr 2013 in Deutschland 130.200 Ziegen in 10.800 Betrieben gehalten; es hielten somit 5,4 % der 199.200 landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland Ziegen. Ebenfalls erfasst wurden in der Erhebung die Betriebe mit ökologischem Landbau, wonach 32,4 % (42.200) der Ziegen in Deutschland ökologisch gehalten wurden. In Baden-Württemberg wurden 2013 insgesamt 26.700 Ziegen in 2.500 Betrieben gehalten, was einen Anteil von 9,8 % der landwirtschaftlichen Betriebe in Baden-Württemberg ausmachte. Nach Bayern war Baden-Württemberg das Bundesland mit der zweitgrößten

Anzahl an gehaltenen Ziegen (Abbildung II-2). In den beiden süddeutschen Bundesländern wurden 2013 zusammen knapp die Hälfte (48,7 %) des deutschen Ziegenbestandes gehalten.

Im Milchziegenreport Baden-Württemberg 2014 (HEROLD et al., 2014) ging man von 50–60 erwerbsmäßigen landwirtschaftlichen Milchziegenbetrieben in Baden-Württemberg aus, die zum Großteil ihr Einkommen aus der Ziegenhaltung erwirtschafteten; Betriebe mit einer Ziegenhaltung als Nebenzweig oder Hobbyhaltungen fanden keinen Eingang in den Report. Die Betriebsgrößen dieser erwerbsmäßigen Milchziegenhalter wurden im Report mit 30 bis 400 Ziegen angegeben. Laut HEROLD et al. (2014) arbeiteten mehr als 80 % davon nach Kriterien des ökologischen Landbaus.

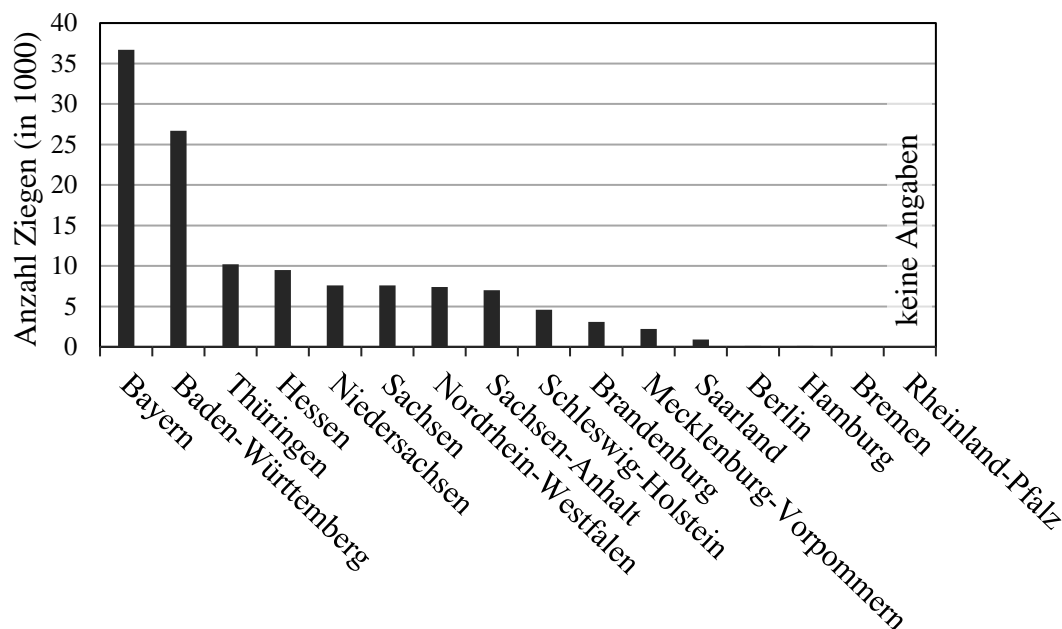


Abbildung II-2: Ziegenbestand in Deutschland (2013)

Datenquelle: Statistisches Bundesamt (2014)

1.2. Haltungssysteme

Bei der Ziegenhaltung gibt es sowohl die reine Stallhaltung mit oder ohne Laufhof und die Haltung auf einer Weide mit Aufstallung über die Wintermonate und zum Teil auch über Nacht; eine reine Weidehaltung ohne Stall ist aufgrund des Klimas in Mitteleuropa nicht möglich (SPANNL-FLOR & SAMBRAUS, 2012). In ökologisch geführten Betrieben „müssen Pflanzenfresser Zugang zu Weideland haben, wann immer die Umstände dies gestatten“ (VO (EG) NR. 889/2008). Zur Weidehaltung gehören die Hüte-, Alm- und Koppelhaltung (GANTER et al., 2012), wobei man bei letzteren zwischen einer Stand-, Umtriebs- und Portionsweide unterscheidet (QUANZ, 2003).

Die Standweide ist dabei das am wenigsten arbeitsintensive Weidesystem, da die Tiere über die gesamte Weidesaison auf derselben Fläche stehen. Bei der Umtriebsweide grasen die Tiere abwechselnd auf mehreren Koppeln; durch die Unterteilung der Weide in einzelne Koppeln ist dieses System arbeits- und kostenintensiver als die Standweide. Die Portionsweide ist die arbeitsintensivste der drei Weideformen, da die zur Verfügung stehende Weidefläche täglich weitergesteckt wird. Durch die verhältnismäßig kleinen Zuteilungsflächen entstehen hohe Besatzdichten und bessere Flächenerträge als bei den anderen beiden Systemen (QUANZ, 2003).

Eine Sonderform der Standweide ist die Kurzrasenweide, bei der die Weidefläche so eingeteilt wird, dass der Zuwachs an Gras der Futteraufnahme der Ziegen entspricht (ANONYMUS, 2014). Durch regelmäßige Kontrolle der Höhe des Aufwuchses und zeitnahe Flächenzuteilung erhält man eine gleichmäßige und hochwertige Weide – bei einer gleichzeitiger Einsparung von Arbeit sind bei der Kurzrasenweide somit hohe Leistungen der Tiere möglich (STEINBERGER, 2011).

1.3. Managementsysteme

Ziegen sind saisonal polyöstrisch (RÜSSE, 2008) und werden üblicherweise im Herbst gedeckt, sodass sie im Frühjahr ihre Zicklein gebären (RINGDORFER, 2009).

Nach einer Laktationsdauer von durchschnittlich 240 Tagen (bis zu 305 Tagen) folgt in vielen Betrieben das Trockenstellen im Winter, wenn die Tiere bereits neu belegt sind. Die Zeit der Ablammungen kann durch Bildung von Tiergruppen mit zeitlich verschobenem Einsatz des Bockes verlängert werden. Dies ermöglicht eine ganzjährige Milchproduktion. Eine Alternative zu dem jährlichen Trockenstellen der Tiere stellt das mehrjährige Durchmelken ohne erneute Belegungen dar. Auch bei diesem System ist es den Landwirten möglich, über das ganze Jahr Ziegenmilch zu produzieren (RINGDORFER, 2009).

2. Magen-Darm-Parasiten

2.1. Bedeutung für die Ziegenhaltung

Infektionen mit gastrointestinalen Nematoden (GIN) gehören zu den Hauptproblemen in der landwirtschaftlichen Ziegenhaltung (HOSTE et al., 2005). Sie verursachen wirtschaftliche Verluste durch geringere Produktionsleistungen der Tiere, durch Tierverluste und durch die Kosten der Behandlung von Parasitosen (HOLMES, 1985). Eine Studie mit 48 Milchziegen in Frankreich beschreibt einen Milchrückgang von 2,5–10 % in der subklinisch mit GIN infizierten Gruppe (24 Tiere) im Vergleich zur

Kontrollgruppe, der jedoch statistisch nicht signifikant ist; signifikante Unterschiede finden sich hingegen bei einer Betrachtung der Tiere mit der höchsten Milchleistung (25 % der Herde): Diese geben nach der experimentellen Infektion 13,0–25,1 % weniger Milch als die Tiere der nicht infizierten Kontrollgruppe (HOSTE & CHARTIER, 1993). Unter kommerziellen Haltungsbedingungen, bei denen die Tiere eine beschränkte Weidefläche zur Verfügung haben und nicht ihrem natürlichen selektiven Fressverhalten nachgehen können, haben Ziegen vermutlich ein höheres Risiko als Schafe, sich mit GIN zu infizieren (HOSTE et al., 2010). Hohe Besatzdichten auf der Weide belasten dabei die Ziegen viel stärker als ihre nahen Verwandten (TAYLOR, 2002). Die Immunität gegenüber den Parasiten ist bei kleinen Wiederkäuern weniger ausgebildet als bei Rindern, wobei Ziegen weniger resistent gegenüber den Infektionen sind als Schafe (HERTZBERG & SAGER, 2006; SMITH & SHERMAN, 2009). Vor allem Ziegen mit hohen Milchleistungen scheinen für Infektionen mit Parasiten anfälliger zu sein und gehen bei einer Infektion mit GIN prozentual stärker in ihrer Milchleistung zurück (HOSTE & CHARTIER, 1993; CHARTIER & HOSTE, 1997).

2.2. Taxonomie

Beim kleinen Wiederkäuer stammen die wichtigsten GIN aus der Ordnung Strongylida (ZAJAC, 2006). Die meisten davon gehören zu der Überfamilie Trichostrongyloidea mit den Gattungen *Cooperia*, *Haemonchus*, *Nematodirus*, *Ostertagia*, *Teladorsagia* und *Trichostrongylus*; die Gattungen *Chabertia* und *Oesophagostomum* gehören hingegen zur Überfamilie Strongyloidea (DEPLAZES et al., 2013). Eine taxonomische Übersicht von Helminthen der Ziege befindet sich im Anhang (Tabelle IX-2 und IX-3).

2.3. Magen-Darm-Nematoden

2.3.1. Ordnung Strongylida

2.3.1.1. Familie Trichostrongylidae

Die sich monoxen vermehrenden Trichostrongyliden legen ihre ovalen, dünnchaligen Eier im Magen-Darm-Trakt der Wirte ab; die Eier sind 70–98 x 30–50 µm groß, beinhalten mindestens 16 Furchungszellen und werden mit dem Kot ausgeschieden (DEPLAZES et al., 2013).

Außerhalb des Wirtes entwickelt sich in einem Ei das erste Larvenstadium (L I). Die L I schlüpft und entwickelt sich über das zweite (L II) weiter zum infektiösen dritten

Larvenstadium (L III). Diese Entwicklung dauert unter optimalen Bedingungen (ausreichend Feuchtigkeit und Temperaturen zwischen 20–25°C) ein bis zwei Wochen, kann aber je nach Klimabedingungen auch längere Zeit in Anspruch nehmen. Die infektiöse Drittlarve ist im Gegensatz zu den anderen Larvenstadien bescheidet und kann keine Nahrung mehr aufnehmen. Über aktive Bewegung der Larven und Verbreitung des Kotes durch darauf tretende Tiere und durch Niederschläge entfernt sich die L III von dem Kothaufen und wird von grasenden Ziegen mit dem Futter aufgenommen. Im Magen-Darm-Trakt des Wirtes schlüpfen die aufgenommenen Larven und entwickeln sich weiter über ein viertes Larvenstadium (L IV) zu adulten Würmern (SCHNIEDER, 2006). In Abbildung II-3 ist der Entwicklungszyklus von Trichostrongyliden vereinfacht dargestellt.

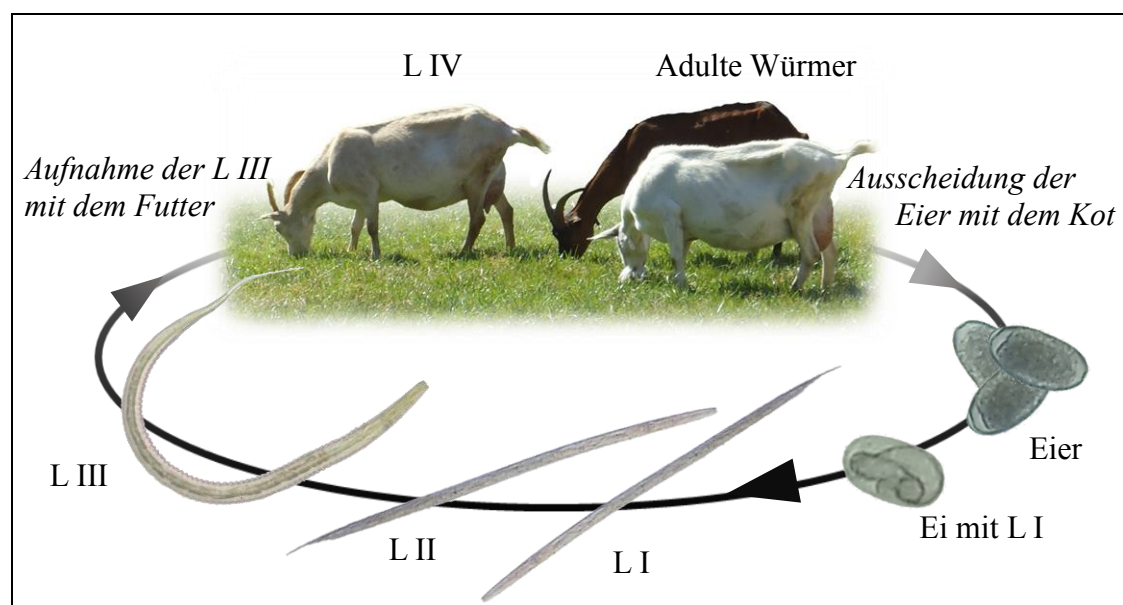


Abbildung II-3: Überblick über den Lebenszyklus von Trichostrongyliden

L I–L IV = Larvenstadium 1–4

Die Präpatenz beträgt je nach Spezies zwischen 14 und 23 Tage (ROEBER et al., 2013). Da die freilebenden, behüllten L III-Stadien nicht zur Nahrungsaufnahme befähigt sind, ist ihre Überlebensdauer bei wärmeren, den Stoffwechsel beschleunigenden Temperaturen kürzer (O'CONNOR et al., 2006). Ungünstige Umweltbedingungen können die Parasiten im Wirt durch Hypobiose überstehen; hierbei fallen Larvenstadien in eine Art Ruhezustand, um sich dann unter günstigeren Bedingungen weiterzuentwickeln (ROEBER et al., 2013).

Die Spezies *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* und *Trichostrongylus axei* parasitieren im Labmagen, wohingegen *Cooperia curticei*, *Trichostrongylus*

colubriformis und *vitrinus* im Dünndarm zu finden sind (ZAJAC, 2006). Infektionen mit GIN bestehen meistens als Mischinfektionen verschiedener Wurmart (HINNEY, 2012).

Der blutsaugende *Haemonchus (H.) contortus* wird auch roter oder gedrehter Magenwurm genannt (SCHNIEDER, 2006). Ein weiblicher Wurm legt im Schnitt etwa 5.000 bis 7.000 Eier am Tag (COYNE et al., 1991a; COYNE et al., 1991b; COYNE & SMITH, 1992) und ist somit im Vergleich zu anderen Spezies sehr fruchtbar (*Trichostrongylus* spp.: 262 Eier/Weibchen/Tag (COYNE et al., 1991b)). Die freilebenden Stadien von *H. contortus* sind anfällig für Kälte und Austrocknung – in den gemäßigten Klimazonen können die Würmer durch Hypobiose der L IV im Wirt überwintern (O’CONNOR et al., 2006). Pro Tag saugt ein einzelner Wurm im Schnitt 49 µl Blut (CLARK et al., 1962), wodurch Infektionen mit *H. contortus* zu Anämien, Unterkieferödemen und bei starkem Befall auch zu Todesfällen führen können (TAYLOR, 2002). Ursache der Ödeme ist die durch die Infektion entstandene Hypoalbuminämie (HOLMES, 1985). Der Kot von Tieren mit Haemonchose ist meist von normaler bis harter Konsistenz und dunkler Färbung – Durchfälle treten nur selten auf (SCHNIEDER, 2006). Bei einem chronischen Verlauf stehen die verringerte Futteraufnahme, der Gewichtsverlust und die Anämie im Vordergrund (ROEBER et al., 2013).

Im Gegensatz zu *H. contortus*, bei dem die Anämie an erster Stelle steht, äußern sich Infektionen mit den **anderen Trichostrongylidenarten** hauptsächlich in Gewichtsverlusten bzw. geringeren Zunahmen, geringeren Futteraufnahmen und für gewöhnlich in Durchfällen (HOLMES, 1985). Es kommt zu Hypoalbuminämien (HOLMES, 1985) und bei schweren Infektionen auch zum Tod der Tiere (ZAJAC, 2006).

In Tabelle II-1 sind die in zwei deutschen Studien ermittelten Prävalenzen von Trichostrongyliden bei der Ziege dargestellt. REHBEIN et al. (1998) zählten die adulten Würmer aus dem Magen-Darm-Trakt von insgesamt 22 geschlachteten und 3 verendeten Ziegen aus Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen. In der Studie von VOIGT et al. (2016) wurden Larvendifferenzierungen von Sammelkotproben aus 23 Betrieben durchgeführt.

Tabelle II-1: Prävalenzen der Trichostrongylidae bei Ziegen in Deutschland

	<i>Haemonchus contortus</i>	<i>Teladorsagia</i> spp.	<i>Trichostrongylus</i> spp.	<i>Cooperia</i> spp.	<i>Ostertagia</i> spp.
REHBEIN et al. (1998)	56 %	64–84 %	8–64 %	48 %	4–12 %
VOIGT et al. (2016)	95,7 %	91,3 %	95,7 %	34,8 %	keine Angabe

2.3.1.2. Familie Molineidae

Die Gattung *Nematodirus* (N.) gehört zu der Familie Molineidae und parasitiert im Dünndarm (DEPLAZES et al., 2013). Von den 25 von REHBEIN et al. (1998) untersuchten Ziegen aus Deutschland wurden bei 28 % *N. battus* und 48 % *N. filicollis* nachgewiesen; VOIGT et al. (2016) fanden bei 9 von 37 Betrieben (24,3 %) Eier von *Nematodirus* spp.. Im Unterschied zur Familie Trichostrongylidae entwickeln sich bei *Nematodirus* spp. die Larven bis zur infektiösen L III im Ei; die Eier sind mit 152–182 x 67–77 µm (*N. battus*) bzw. 134–168 x 71–78 µm (*N. filicollis*) größer als die der Trichostrongylidae und enthalten große Furchungszellen (THOMAS, 1959b). Die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Wurm dauert 12 Monate und beinhaltet eine Ruhephase auf der Weide vom Sommer über den Winter, bis die Larven im Frühjahr wieder aktiv werden; dadurch kann sich pro Jahr nur eine neue Generation an Würmern entwickeln (THOMAS, 1959a). Eine Infektion mit *Nematodirus* spp. führt zu einer parasitären Gastroenteritis, wobei besonders *N. battus* in gemäßigten Klimazonen durch massenhafte Infektionen im Frühjahr zum Problem bei jungen Lämmern werden kann (ROEBER et al., 2013), was sich in wässrigen Durchfällen und Todesfällen äußern kann; adulte Tiere hingegen erkranken nicht (SCHNIEDER, 2006).

2.3.1.3. Familie Chabertiidae

Zu der Familie der Chabertiidae gehören die weltweit vorkommenden *Chabertia* (C.) spp. und *Oesophagostomum* (Oe.) spp. (auch Knötchenwürmer genannt) (SCHNIEDER, 2006). Untersuchungen von 25 deutschen Ziegen ergaben Prävalenzen von 84 % der Tiere bei *C. ovina* und 76 % bei *Oe. venulosum* (REHBEIN et al., 1998); die bayerische Studie von VOIGT et al. (2016) fand bei den Larvendifferenzierungen auf 91 % der 23 Betriebe Larven von *Chabertia* spp. oder *Oesophagostomum* spp.. In Mischinfektionen tragen diese zur parasitären Gastroenteritis bei, als Einzelinfektionen sind sie weniger schädlich (ROEBER et al., 2013). Der Entwicklungszyklus und die Morphologie der Eier beider Spezies ähneln denen der Trichostrongyliden (DEPLAZES

et al., 2013), wobei die Präpatenz mit 42–50 Tagen bei *C. ovina* und 40–45 Tagen bei *Oe. venulosum* länger ist. Eine Studie von COYNE et al. (1991b) ermittelte eine hohe Fruchtbarkeit mit 11.098 Eiern/Weibchen/Tag der Spezies *Oe. venulosum*.

2.3.1.4. Familie Ancylostomatidae (Hakenwürmer)

Auch der im Dünndarm kleiner Wiederkäuer parasitierende *Bunostomum trigonocephalum* ist als Einzelinfektion weniger pathogen (ROEBER et al., 2013). Untersuchungen in Oberbayern ergaben eine Prävalenz von 5,1 % in 136 geschlachteten Schafen (REHBEIN et al., 1997). Obwohl weder in der Studie von REHBEIN et al. (1998), noch in der von VOIGT et al. (2016) *Bunostomum* spp. bei Ziegen gefunden wurden, können sich Ziegen ebenso wie Schafe infizieren (DOMKE et al., 2013).

Die Eier von *Bunostomum* spp. sind kaum von denen anderer Magen-Darm-Strongyliden zu unterscheiden. Die Parasiten gelangen perkutan oder peroral in den Wirt und über eine tracheale Wanderung in den Dünndarm. Symptome wie Anämie, Mattigkeit, Kehlgangsoödem, Abmagerung und blutiger Durchfall treten nur bei schweren Infektionen auf (DEPLAZES et al., 2013).

2.3.2. Ordnung Rhabditida

Zu der Ordnung Rhabditida gehört die Gattung *Strongyloides* (S.), auch Zwergfadenwürmer genannt, mit der bei Wiederkäuern vorkommenden Spezies *S. papillosus* (DEPLAZES et al., 2013). Untersuchungen in 25 deutschen Ziegen ergaben eine Prävalenz von 40 % der Tiere (REHBEIN et al., 1998), VOIGT et al. (2016) hingegen fanden keine Hinweise auf *Strongyloides* spp. in den von ihnen untersuchten 37 Ziegenbetrieben. Der Lebenszyklus von *S. papillosus* ist komplex und kann entweder indirekt (über freilebende adulte Stadien) oder direkt stattfinden. Nur weibliche Würmer parasitieren im Dünndarm und legen dort embryonierte Eier ab. Die beim Schaf selten vorkommenden männlichen Stadien entstehen wie die freilebenden weiblichen Stadien durch den indirekten Zyklus und befinden sich außerhalb des Wirtes (STREIT, 2008).

Nachdem die infektiöse L III über die Haut in den Wirt eingedrungen ist, folgt eine Wanderung über das Blutssystem und den Atmungstrakt (STREIT, 2008). Neben der perkutanen Infektion können sich Lämmer auch durch Larven in der Milch infizieren (LYONS et al., 1970; NWAORGU & ONYALI, 1990). Klinisch unterscheidet sich die Infektion meist kaum von anderen Parasitosen; zu den Symptomen gehören Austrocknung, verringerte Futteraufnahme, Abmagerung, Schwäche, veränderter Stuhlgang, Blutarmut, sowie respiratorische Symptome und allergische Reaktionen an

der Haut; es wurden aber auch nervale Störungen und perakute Todesfälle beobachtet (PIENAAR et al., 1999). Am empfänglichsten sind Lämmer, ältere Tiere können bei einer fehlenden Immunität oder bei einem sehr starken Befall jedoch ebenfalls erkranken (PIENAAR et al., 1999).

2.3.3. Weitere Magen-Darm-Nematoden

Von geringer klinischer Bedeutung sind bei der Ziege Infektionen mit *Skrjabinema ovis* aus der Ordnung der Oxyurida (Pfriemenschwänze) und die zur Ordnung der Enoplida gehörenden *Trichuris* spp. (Peitschenwürmer) und *Capillaria* spp. (Haarwürmer) (DEPLAZES et al., 2013).

Skrjabinema ovis lebt im Dickdarm und stellt durch den meist symptomlosen Befall eher einen Zufallsbefund dar (SCHNIEDER, 2006). Die Weibchen legen perianal ihre Eier ab; diese enthalten bereits Drittlarven, sind asymmetrisch-elliptisch und mit 60 x 30 µm relativ klein (DEPLAZES et al., 2013). In Bayern wurden in 24,3 % der 37 Studienbetriebe Eier von *Skrjabinema* spp. nachgewiesen (VOIGT et al., 2016), REHBEIN et al. (1998) fanden in 56,0 % der 25 von ihnen untersuchten Ziegen adulte *Skrjabinema* spp..

Die adulten Würmer der Spezies *Trichuris ovis*, *capreoli* und *skrjabini* parasitieren im Dickdarm, *Capillaria bovis* und *longipes* hingegen im Dünndarm. Die ausgeschiedenen Eier sind morphologisch gut voneinander zu unterscheiden: Die zitronenförmigen Eier von *Trichuris* spp. haben eine bräunliche Schale und zwei prominente Polpfröpfe, die Eier von *Capillaria* spp. hingegen sind tonnenförmig mit flachen Polpfröpfen. Die Infektion erfolgt über orale Aufnahme infektiöser, larvenhaltiger Eier und verläuft bei beiden Gattungen meist symptomlos (SCHNIEDER, 2006). In der Studie von REHBEIN et al. (1998) wurden in 8 % der 25 untersuchten Tiere *Capillaria* spp. und in 44–60 % *Trichuris* spp. gefunden; VOIGT et al. (2016) wiesen in 13,5 % der 37 untersuchten Betriebe Eier von *Trichuris* spp. nach.

2.4. Sonstige Endoparasitosen

2.4.1. Bandwürmer

Die Entwicklung der Bandwürmer (Klasse Cestodea) verläuft heteroxen; Wiederkäuer können sowohl als End- wie auch als Zwischenwirt fungieren. In Mitteleuropa spielen Wiederkäuer als Endwirte nur für *Moniezia expansa* und *benedeni* mit der Moosmilbe als Zwischenwirt eine Rolle. Im Dünndarm der Endwirte können sie mehrere Meter lang

werden. Mit dem Kot der Endwirte werden Proglottiden (0,5 x 1–2 cm) und unregelmäßige, vieleckige Eier mit birnenförmigem Apparat ausgeschieden (60–80 µm); die Infektion verläuft oft ohne klinische Symptome (SCHNIEDER, 2006). Deutsche Studien an Ziegen ergaben Prävalenzen von 12,0 % der 25 untersuchten Tiere (REHBEIN et al., 1998) bzw. 2,7 % der 37 Studienbetriebe (VOIGT et al., 2016).

2.4.2. Kokzidiose

Zur Klasse Coccidea gehören die Protozoen *Eimeria* spp. und *Cryptosporidium* spp., welche beide weltweit bei Wiederkäuern vorkommen und vor allem bei Jungtieren in ihren ersten Lebenswochen klinisch in Erscheinung treten. Zu dem Krankheitsbild gehören zum Teil starke, übelriechende Durchfälle mit Gewichtsverlust und Austrocknung der Tiere. Die Parasiten vermehren sich über Merogonie, Gamogonie und Sporogonie. Unter den in Ost- und Mitteleuropa vorkommenden *Eimeria* spp. sind bei der Ziege *Eimeria arloingi* und *ninakhlyakimovae* die pathogensten Arten; die mit dem Kot ausgeschiedenen Oozysten sind um die 20 µm groß. *Cryptosporidium parvum* ist bei Nutztieren der wichtigste Vertreter der Cryptosporidiose; mit dem Kot werden ca. 5,0 x 4,5 µm große Oozysten ausgeschieden (TENTER, 2006).

2.4.3. Leberegel

Die Leberegel gehören zum Stamm der Platyhelmintha (Plattwürmer); in Europa sind *Fasciola hepatica* (Großer Leberegel) und *Dicrocoelium dendriticum* (Kleiner Leberegel) von Bedeutung (DEPLAZES et al., 2013). Die adulten Stadien beider Arten leben in den Gallengängen und der Gallenblase der Wirte und legen dort ihre Eier ab, die mit dem Kot ausgeschieden werden (ROJO-VÁZQUEZ et al., 2012).

Für die Entwicklung von *Fasciola hepatica* ist ein Zwischenwirt, hauptsächlich die Zwergschlamm Schnecke, notwendig. Wiederkäuer nehmen die infektiösen Stadien oral auf; nach einer Wanderung durch die Bauchhöhle bohren sich die juvenilen Leberegel durch das Leberparenchym bis zu den Gallengängen. Eine Infektion kann sich sehr unterschiedlich äußern: Neben einem möglichen subklinischen Verlauf werden die akute, subakute und chronische Fasciolose unterschieden. Infektionen mit dem Großen Leberegel beeinträchtigen die Gewichtszunahmen, Milchleistung, Wollqualität und Reproduktionsleistung und sind somit von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Finanzielle Verluste entstehen auch durch Todesfälle und durch das Verwerfen der Leber nach der Schlachtung (ROJO-VÁZQUEZ et al., 2012).

Dicrocoelium dendriticum benötigt für seine Entwicklung zwei Zwischenwirte: Landschnecken und Ameisen. Die vom Endwirt oral aufgenommenen Stadien entwickeln sich zu juvenilen Egel und wandern über den Ductus choledochus in die Gallengänge und Gallenblase. Meistens verlaufen Infektionen subklinisch und ohne wirtschaftliche Verluste. Treten Krankheitssymptome auf, so sind dies vor allem reduzierte Gewichtszunahmen; bei stärkeren Infektionen können auch Blutarmut, Ikterus, Ödeme und verminderte Produktionsleistung beobachtet werden (ROJO-VÁZQUEZ et al., 2012).

2.4.4. Lungenwürmer

Dictyocaulus (D.) filaria (großer Lungenwurm der kleinen Wiederkäuer) kommt bei Schafen und Ziegen laut einem Artikel aus der Schweiz nur selten vor (HERTZBERG & SAGER, 2006). Eine Infektion führt zu Bronchopneumonie, wobei *D. filaria* für Ziegen pathogener ist als für Schafe (DEPLAZES et al., 2013). Gattungen der Familie **Protostrongylidae** (kleine Lungenwürmer) sind weniger pathogen als der große Lungenwurm und spielen daher beim kleinen Wiederkäuer klinisch nur eine geringe Rolle (HERTZBERG & SAGER, 2006). Sie benötigen für ihre Entwicklung Landschnecken als Zwischenwirte (DEPLAZES et al., 2013).

3. Anthelminthika

3.1. Wirkstoffgruppen und Wirkstoffe gegen gastrointestinale Nematoden

Anthelminthika wirken je nach Wirkstoffgruppe durch Beeinflussung der neuromuskulären Erregungsübertragung oder durch Eingreifen in den Metabolismus der Parasiten (RICHTER & STEUBER, 2010). Gegen Nematoden werden im Nutztierbereich hauptsächlich Wirkstoffe mit breitem Wirkspektrum eingesetzt; dazu gehören die Wirkstoffe aus den Gruppen Benzimidazole, Imidazothiazole und makrozyklischen Laktone, sowie die Amino-Acetonitril-Derivate als jüngste entdeckte Anthelminthikagruppe (KAMINSKY et al., 2008). Im Anhang sind in Tabelle IX-4 die in Deutschland aktuell (Stand: 08.03.2016) für Schafe und Rinder zugelassenen Wirkstoffe nach ihren Wirkstoffgruppen aufgeführt, inklusive ihrer Handelsbezeichnungen, Zulassungsbeschränkungen und den Anwendungsgebieten (wobei bei letzteren nicht näher darauf eingegangen wird, gegen welche Parasitenstadien das Medikament wirkt).

Die Wirkstoffgruppe der **Benzimidazole** hat ein sehr breites Wirkspektrum gegen Nematoden und zum Teil auch gegen Cestoden und Trematoden. Benzimidazole wirken

larvicid, vermicid und ovid und werden im Allgemeinen gut vertragen, wobei eventuelle teratogene oder embryotoxische Wirkungen bei einzelnen Tierspezies beachtet werden müssen. Benzimidazole hemmen die für die Bildung von Microtubuli wichtige Polymerisation von Tubulin. Die adulten Würmer sterben innerhalb von ein bis zwei Tagen bei ausreichend langem Kontakt mit dem Wirkstoff, Eier werden schon nach 8 h abgetötet. Nach oraler Aufnahme des Medikamentes wird je nach Wirkstoff ein unterschiedlicher Anteil enteral resorbiert, wodurch auch extraintestinale Parasitenphasen erreicht werden. Durch den entero-enteralen Kreislauf können die Wirkstoffe Oxfendazol, Fenbendazol und Albendazol zum Absterben von histotropen Stadien in der Darmwand führen (RICHTER & STEUBER, 2010).

Auch die Wirkstoffe der **makrozyklischen Laktone** haben ein breites Wirkspektrum und erfassen je nach Applikationsart neben Nematoden auch Ektoparasiten. Sie führen durch einen vermehrten Einstrom von Chlorid-Ionen in Muskel- und Nervenzellen zu einer schlaffen Paralyse der Parasiten. Die Verträglichkeit bei Wiederkäuern ist gut. Für Fische und andere Wasserlebewesen sind makrozyklische Laktone jedoch toxisch, weswegen eine Kontamination von Gewässern vermieden werden soll. Durch Ausscheidung aktiver Wirkstoff-Formen mit dem Kot wird der Dungabbau durch Insekten gestört (RICHTER & STEUBER, 2010).

Der Wirkstoff Levamisol ist zurzeit der einzig wichtige Vertreter der **Imidazothiazole**. Er wirkt gegen adulte und larvale Stadien der Nematoden und erreicht auch extraintestinale Formen. Die cholinerge Wirkung von Levamisol führt bei ausreichender Dosierung zu einer raschen spastischen Paralyse der Parasiten. Der Wirkstoff ruft bereits ab einer zweifachen Überdosierung Nebenwirkungen hervor. Sowohl bei der Injektion (intramuskulär oder subkutan) wie auch bei einer pour-on Behandlung kann es zu lokalen Reizungen kommen (RICHTER & STEUBER, 2010).

Weitere für Wiederkäuer zugelassene Anthelminthika sind Monepantel und Closantel (VETIDATA, Stand: 08.03.2016). **Monepantel** gehört zu der Gruppe der Aminoacetonitrilderivate, hat ebenfalls ein weites Wirkspektrum und wirkt gegen die wichtigsten adulten Magen-Darm-Nematoden und deren L IV; da die Wirkung auf einer agonistischen Bindung an für Nematoden spezifische Rezeptoren beruht, ist der Wirkstoff für Säugetiere gut verträglich (RICHTER & UNGEMACH, 2014). **Closantel** ist ein Salicylsäureanilid und als solches primär hochwirksam gegen ältere Larvenstadien und adulte *Fasciola* spp., wobei es auch gegen *H. contortus* und Nasendassellarven wirkt; Schafe vertragen bei oraler Aufnahme bis zu 4fache

Überdosierungen, ohne eine Symptomatik zu entwickeln (RICHTER & STEUBER, 2010).

3.2. Zulassungsproblematik im Milchziegenbereich

In Deutschland sind keine Endoparasitika für die Ziege, dafür aber für Schafe oder Rinder zugelassen (VETIDATA, Stand: 08.03.2016). Bei den für das Schaf oder Rind verfügbaren Medikamenten hat der Großteil keine Zulassung für Tiere, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist, oder es gibt Einschränkungen bei der Anwendung während der Trächtigkeit (vgl. Tabelle IX-4 im Anhang). Eine Umwidmung der Medikamente auf Ziegen hat eine Wartezeit von mindestens 28 Tage auf essbares Gewebe und sieben Tage auf Milch zur Folge (TÄHAV). Bei ökologischer Ziegenhaltung verdoppelt sich die Wartezeit (VO (EG) NR. 889/2008).

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass nach Applikation von Anthelminthika die Wirkstoffkonzentrationen im Plasma bei Ziegen im Vergleich zu Schafen niedriger sind und/oder schneller sinken und raten daher zu einer Erhöhung der Dosierung bei Ziegen (COLES et al., 1989; SANGSTER et al., 1991; HENNESSY et al., 1993; GOKBULUT et al., 2014; AKSIT et al., 2015). Empfohlene Dosiserhöhungen sind zum Beispiel: doppelte Dosierung bei Oxfendazol (SANGSTER et al., 1991), 1,6fache Dosierung bei Albendazol (HENNESSY et al., 1993), doppelte Dosierung bei der Anwendung Eprinomectin bei laktierenden Ziegen (DUPUY et al., 2001) oder 1,6fache Dosierung bei Levamisol (COLES et al., 1989; CHARTIER et al., 2000). Eine weitere Möglichkeit, höhere Plasmakonzentration zu erreichen, ist die Aufteilung der Dosis auf mehrere Zeitpunkte (Intervall je nach Studie 12 bzw. 24 h), was effektiver als die einmalige Gabe der gleichen Menge zu sein scheint (SANGSTER et al., 1991; SANYAL, 1998; GOKBULUT et al., 2014).

Auch bei der Applikationsform müssen tierartspezifische Unterschiede berücksichtigt werden. Beispielsweise beschreiben GALTIER et al. (1981) bei der Ziege vorübergehende Nebenwirkungen nach einer intramuskulären Injektion von Levamisol, weswegen sie, im Gegensatz zu Schafen, die subkutane Applikation von Levamisol empfehlen. Die orale Gabe von Levamisol bei Ziegen untersuchten CHARTIER et al. (2000), wobei sie keine Nebenwirkungen feststellen konnten. Die Anwendung von pour-on-Präparaten ist bei der Ziege kritisch zu sehen: Untersuchungen an Ziegen mit Eprinomectin (ALVINERIE et al., 1999; DUPUY et al., 2001) und Ivermectin (GOKBULUT et al., 2011) ergaben im Vergleich zu Rindern eine bedeutend geringere

maximale Plasmakonzentration. Selbst bei einer Verdoppelung der für Rinder angegebenen Dosierung werden viel niedrigere Plasmakonzentrationen im Vergleich zu anderen zugelassenen Applikationswegen erreicht (GOKBULUT et al., 2011). Die Wirksamkeit von Eprinomectin bei einer pour-on Applikation ist laut LESPINE et al. (2003) 2,5mal geringer als bei subkutaner Gabe des Wirkstoffes. Von einer Anwendung der pour-on-Präparate bei Ziegen wird daher abgeraten (GOKBULUT et al., 2011).

3.3. Resistenzen gegen Anthelminthika

3.3.1. Vorkommen

Die Entwicklung und Ausbreitung von Resistenzen gegen Anthelminthika ist beim kleinen Wiederkäuer weltweit von zunehmender Bedeutung (BJØRN, 1994; BORGSTEEDE et al., 1996; VAN WYK et al., 2006), wobei das Problem in wärmeren Regionen (VAN WYK et al., 2006) bzw. auf der südlichen Hemisphäre (JACKSON & COOP, 2000; PAPADOPOULOS et al., 2001; BARTLEY et al., 2004) schwerwiegender zu sein scheint als in kälteren Regionen bzw. auf der nördlichen Hemisphäre. Seit den ersten Berichten über Resistenzen gegen Anthelminthika in den 1950er Jahren bei *H. contortus* in Schafen (DRUDGE et al., 1957) sind nach und nach Resistenzen gegen die verschiedensten Wirkstoffe entstanden und es wurden weltweit multiresistente Wurmpopulationen gegen die drei wichtigsten Wirkstoffklassen gefunden (BORGSTEEDE et al., 1996; KAPLAN, 2004). Auch wenn in Europa das Problem der Multiresistenzen bislang weniger drastisch zu sein scheint als in anderen Ländern (KAPLAN, 2004), wird dennoch in vielen europäischen Ländern von multiresistenten Würmern beim kleinen Wiederkäuer berichtet (zum Teil gegen alle drei breitwirksamen Anthelminthikaklassen), so z. B. in Großbritannien (JACKSON et al., 1992; COLES et al., 1996; SARGISON et al., 2001; BARTLEY et al., 2004; SARGISON et al., 2007; TAYLOR et al., 2009; SARGISON et al., 2010), Frankreich (CHARTIER & PORS, 1994; CHARTIER et al., 1998; PARAUD et al., 2009), Dänemark (MAINGI et al., 1996a, 1996b), Griechenland (GEURDEN et al., 2014), Italien (TRAVERSA et al., 2007; GEURDEN et al., 2014), Niederlande, (BORGSTEEDE et al., 2007), Schweiz (SCHNYDER et al., 2005) und Spanien (MARTÍNEZ-VALLADARES et al., 2013). Auch bei Schafen aus Deutschland wurden Multiresistenzen gegen Wirkstoffe aus zwei (SCHEUERLE et al., 2009) oder allen drei (VOIGT et al., 2012) der klassischen breit wirksamen Wirkstoffgruppen festgestellt. Selbst bei dem relativ neuen Wirkstoff Monepantel wurden bereits zwei Jahre nach

dessen Einführung resistente Wurmpopulationen in Ziegen gefunden (SCOTT et al., 2013). Resistenzen gegen Anthelminthika scheinen dabei bei Ziegen weiter verbreitet zu sein als bei Schafen (HONG et al., 1996; CHARTIER et al., 1998).

3.3.2. Resistenzen – Mechanismen und begünstigende Faktoren

Parasiten können durch verschiedene Mechanismen der schädigenden Wirkung von Medikamenten entkommen: durch Strukturveränderung der Angriffsstelle, Vermehrung der Zielstrukturen, Umverteilung des Wirkstoffes im Parasiten oder durch die Ausscheidung bzw. Unschädlichmachung des Wirkstoffes durch Änderungen im Stoffwechsel (WOLSTENHOLME et al., 2004). Dabei können die für Resistenzen verantwortlichen Allele entweder schon in einer bestehenden Wurmpopulationen vorhanden sein oder durch Spontanmutationen neu entstehen (SILVESTRE & HUMBERT, 2002). Am Beispiel von *H. contortus* werden in einer Studie von PRICHARD (1990) drei verschiedene Entwicklungsstufen zur Benzimidazol-Resistenz beschrieben: Zu Beginn steht die empfängliche Population mit wenigen, eventuell unterlegenen resistenten Individuen. Durch eine anthelminthische Behandlung wird dann auf Resistenzen selektiert, wobei in diesem Stadium vermutlich die heterozygoten Genotypen überwiegen. Werden anschließend weitere Behandlungen durchgeführt, können sich Nematoden mit einem hohen Maß an Resistenzen entwickeln, die eventuell eine bessere Fitness als empfängliche Individuen haben. Unter natürlichen Bedingungen kann eine Rückbildung der Resistenz – wenn überhaupt möglich – viele Jahre in Anspruch nehmen (PRICHARD, 1990).

In der Literatur wird auf verschiedene, die Ausbildung und Verbreitung von Resistenzen fördernde Faktoren hingewiesen, die im Folgenden näher erläutert werden.

Behandlungshäufigkeit

Häufige Behandlungen einer Herde mit Anthelminthika werden in der Literatur oft als resistenzfördernd beschrieben, z. B. von BARTON (1980); MARTIN et al. (1982); BARTON (1983); MARTIN et al. (1984); PRICHARD (1990); SMITH (1990); DORNY et al. (1994); CHARTIER et al. (1998); COLES (2005); KENYON et al. (2013). Ein Review von FALZON et al. (2014) fand unter allen möglichen resistenzfördernden Faktoren einzig bei der Behandlungshäufigkeit einen positiven signifikanten Zusammenhang zu Resistenzen gegenüber Anthelminthika.

Wirkstoffgruppe

Ein Wechsel der Wirkstoffgruppe scheint ebenfalls einen Einfluss auf die Entwicklung von Resistenzen zu haben; Studien raten dazu, den Wechsel jährlich (WALLER et al., 1989; CHARTIER et al., 1998) oder zumindest in einem Intervall kürzer als drei Jahre (WALLER et al., 1988) durchzuführen.

Ein mathematisches Modell von SMITH (1990) sieht die Verhinderung einer Ausbildung von Resistenzen am erfolgreichsten an, wenn mehrere Wirkstoffe gleichzeitig angewendet werden. Dabei hat der gleichzeitige Einsatz mehrerer Wirkstoffe laut BARTRAM (2013) den größten Effekt, wenn noch keine Resistenzen nachgewiesen sind und die Medikamente nachhaltig eingesetzt werden. Im Gegensatz dazu führt VAN WYK (2001) an, dass Tierhalter eine bedenkliche Ausbreitung von Resistenzen vermutlich einfacher erkennen, wenn nur eine Anthelminthikagruppe verwendet wird; er rät daher in Fällen, in denen die Möglichkeiten der Resistenzdiagnostik begrenzt sind (z. B. in Südafrika) oder nach dem Prinzip der Refugien behandelt wird (siehe Kapitel II.4.2) nicht zu einem Wechsel der Wirkstoffgruppe.

Dosierung und Applikationsart

Die Anwendung von umgewidmeten Medikamenten ohne Dosiserhöhung oder die Verwendung von pour-on Präparaten führt aufgrund der anderen Verstoffwechslung der Präparate bei Ziegen zu einer Unterdosierung des Wirkstoffes (Kapitel II.3.2). Eine weitere Fehlerquelle, die zur Unterdosierung führt, ist die Unterschätzung des Körpergewichts (BESIER & HOPKINS, 1988). In der Literatur werden Unterdosierungen oft als Ursache für die schnelle Ausbildung von Resistenzen vermutet, auch wenn dies noch nicht eindeutig durch Versuche belegt ist (VAN WYK, 2001). Im Jahr 2001 wurden erstmals Ergebnisse eines Versuches zum Thema Unterdosierung veröffentlicht, die zeigen, dass eine zu niedrige Dosierung von Fenbendazol beim Schaf den heterozygot resistenten Parasiten einen Vorteil gegenüber den homozygot empfänglichen Individuen verschafft und somit möglicherweise Resistenzen fördert (SILVESTRE et al., 2001). In einer Studie von MURRI et al. (2014) aus der Schweiz, wo Eprinomectin als pour-on Präparat seit 2004 in einer erhöhten Dosierung für Ziegen zugelassen ist und durch die einfache Anwendung auch häufig verwendet wird, hatten alle der 43 Versuchsbetriebe Resistenzen gegenüber Eprinomectin in ihren Herden.

Im Gegensatz zur Unterdosierung werden in der Veröffentlichung von BORGSTEEDE et al. (1996) auch Überdosierungen als fördernd für die Ausbildung von Resistenzen genannt, da sie zu einem hohen Selektionsdruck führen. Die Gefahr bei hoch effizienten

Dosierungen besteht darin, dass nur homozygot resistente Individuen überleben und diese – v. a. nach dem Verbringen der behandelten Tiere auf wurmfreie Weiden – die nächsten Wurmgenerationen bilden (VAN WYK, 2001).

Behandlungszeitpunkt

Grasen frisch mit Anthelminthika behandelte Tiere auf Weiden mit keinen oder nur wenigen Parasiten (z. B. wegen ungünstiger Wetterbedingungen oder wegen „dose and move“-Praktiken), wird die Ausbreitung von Resistenzen in den Wurmpopulationen begünstigt (MARTIN, 1989; SMITH, 1990; PAPADOPOULOS et al., 2001; HUGHES et al., 2007; WAGHORN et al., 2009), da von den Tieren nur noch Eier resistenter Würmer ausgeschieden werden und sich so der Anteil der empfänglichen Würmer an der Gesamtpopulation verringert (siehe hierzu auch Kapitel II.4.2).

Genetik und Reproduktion der Parasiten

Zu den genetischen Parametern, die bei der Resistenzentwicklung und -verbreitung von Bedeutung sind, gehören unter anderem die genetische Vielfalt der Wurmpopulation, in der zufällige, resistenzfördernde Mutationen entstehen können (COLES, 2005) und die Häufigkeit von resistenten Genen in der Population (EGERTON et al., 1988). Auch die Art der Weitervererbung (ob das Resistenzgen dominant oder rezessiv vererbt wird) (COLES, 2005), sowie die relative Fitness der resistenten (hetero- und homozygoten) im Vergleich zu empfänglichen Genotypen (PRICHARD, 1990; JACKSON, 1993) beeinflussen die Verbreitung von Resistenzen in einer Population.

Parasiten mit einer hohen Reproduktionsrate (wie z. B. *H. contortus*) sind in der Lage, schneller Resistenzen zu entwickeln als weniger fruchtbare oder sich langsamer entwickelnde Parasitenarten (SILVESTRE & HUMBERT, 2002; JACKSON et al., 2012).

Übertragung durch Tierverkehr

Dass gegen Anthelminthika resistente Wurmpopulationen über den Tierverkehr verbreitet werden können, wurde schon 1993 nachgewiesen (VARADY et al.). Auch andere Autoren (BAUER et al., 1988; HIMONAS & PAPADOPOULOS, 1994; SCHNYDER et al., 2005; BORGSTEEDE et al., 2007) vermuten die Ursache der Resistenzen in den von ihnen untersuchten Herden im Zukauf von Tieren. Die Untersuchung von neu erworbenen Tieren auf resistente Nematoden ist daher empfehlenswert, besonders wenn sie aus Gebieten mit einer Vielfalt an Resistenzen kommen (VARADY et al., 1993).

4. Parasitenmanagement bei Grünfütterung oder Weidehaltung

Bei der Weidehaltung von Ziegen lassen sich Infektionen mit Parasiten kaum vermeiden (DEINHOFER, 2009). Durch unzureichende Kompostierung von Stallmist ist es außerdem möglich, dass Parasitenlarven im Mist überleben (PODSTATZKY & WENZL, 2014), wodurch auch die Grünfütterung von im Stall gehaltenen Ziegen zu Infektionen mit GIN führen kann (PODSTATZKY, 2010).

Durch Weidesysteme kann versucht werden, die Parasitenbelastung der Tiere zu verringern, als alleinige Maßnahme stoßen sie jedoch oft an ihre Grenzen. So stellt z. B. die rotierende Beweidung eine Möglichkeit dar, den Parasitendruck zu senken, indem ein Weideareal nach kurzer Beweidung für längere Zeit unbeweidet bleibt (BARGER, 1999). Allerdings erfordert dies eine Unterteilung der Weide in viele Koppeln und ist v. a. in gemäßigten Klimazonen nur schwer mit dem Weideaufwuchs in Einklang zu bringen, da eine Weideinfektionen je nach Klima und Jahreszeit über Monate bestehen bleiben kann (BARGER, 1999). Ein weiterer Versuch, den Einsatz von Anthelminthika zu reduzieren, ist der Umtrieb der im Sommer abgesetzten Lämmer auf saubere Weiden bis zur Schlachtung oder Aufstallung der Tiere (GITHIGIA et al., 2001). Problematisch wird dies, wenn die unbehandelten Tiere über längere Zeit auf der Weide bleiben und somit der Parasitendruck auch auf dieser Weide steigt (GITHIGIA et al., 2001).

Ganz ohne den Einsatz von Anthelminthika ist die Parasitenkontrolle bei der Weidehaltung in vielen Fällen nicht möglich (GITHIGIA et al., 2001; WOLSTENHOLME et al., 2004). Die Entwicklung und Verbreitung von Resistenzen gegenüber Anthelminthika macht die Einführung von neuen Managementsystemen notwendig (MARTIN, 1989). Es kann dabei unterschieden werden, ob das primäre Ziel von Maßnahmen zur Parasitenbekämpfung die Produktionssteigerung durch Minimierung der Wurmbürde ist oder die Bewahrung der Wirksamkeit von Anthelminthika beispielsweise durch den Erhalt von Refugien.

4.1. Managementziel: Minimierung der Wurmbürde

Mit strategischen Behandlungen soll eine übermäßige Belastung der Weide und damit auch der Tiere mit Würmern verhindert werden (BARGER, 1999). Je nach Möglichkeiten des Betriebes kann sich der Zeitpunkt für diese Behandlungsmaßnahmen am Reproduktionsstatus der Tiere, dem Weidemanagement und/oder der Ökologie der Parasiten orientieren.

4.1.1. Am Reproduktionsstatus orientierte Entwurmung

Nach der Umwidmung von Anthelminthika auf die Ziege darf die Milch mindestens sieben Tage – bei ökologischer Haltung mind. 14 Tage – nicht für den menschlichen Verzehr verwendet werden (Kapitel II.3.2). Die Trockenstehzeit wird daher von vielen Milchziegenhaltern genutzt, um die Herde zu entwurmen (SIEBER, 2014).

Eine in Neuseeland verbreitete Praxis ist die Behandlung der Muttertiere vor der Geburt mit langwirksamen Anthelminthika (LEATHWICK et al., 2006b). In ihrem Versuch beobachteten LEATHWICK et al. (2006b) jedoch, dass Behandlungen der Muttertiere um den Geburtszeitraum die Ausbildung von Resistenzen fördern, vor allem bei dem Einsatz von langwirksamen Anthelminthika.

4.1.2. An Weidemanagement/Ökologie der Parasiten orientierte Entwurmung

In Verbindung mit dem Weidemanagement können folgende Maßnahmen zur Wurmreduktion unterschieden werden: das Verbringen der Tiere direkt nach der Entwurmung auf Weiden mit wenigen/keinen Würmern oder die Behandlung zu Zeiten extremer Wetterbedingungen, die den freilebenden Wurmstadien schaden (BARGER, 1999). Zu letzterem kann auch die Entwurmung der Tiere bei der Aufstallung über den Winter gezählt werden, wenn die Temperaturen in den Wintermonaten niedrig genug sind, um kälteempfindliche Spezies wie *H. contortus* abzutöten (BARGER, 1999). Solche strategischen Entwurmungen in Verbindung mit einer niedrigen Weidebelastung sind jedoch umstritten, da die resistenten Würmer, welche die Behandlung überleben, nicht ausreichend durch empfängliche Populationen verdünnt werden und somit die nächste Wurmgeneration auf der „sauberen“ Weide bilden können (VAN WYK, 2001). Die Verbreitung von Resistenzen wird durch diese Maßnahmen gefördert, weswegen von einer Anwendung ausdrücklich abgeraten wird (VAN WYK, 2001).

Sehr effektiv in Hinsicht auf die Leistung der Tiere ist eine an die Präpatenzzeit der Parasiten oder an die Wirkungsdauer des Anthelminthikums angepasste, regelmäßige Entwurmung der Tiere (BARGER, 1999). Diese Praxis birgt jedoch aufgrund der Anwendungshäufigkeit ebenfalls eine starke Gefahr der Resistenzentwicklung (Kapitel II.3.3.2).

4.2. Managementziel: Erhaltung von Refugien

Dem Faktor Refugium wurde im Zusammenhang mit der Resistenzentwicklung lange Zeit zu wenig Bedeutung beigemessen, wie VAN WYK (2001) in einer Veröffentlichung betont. Zur Definition und Bedeutung der Refugien schreibt er:

“The term ‘refugia’ was coined to define the proportion of the parasite population that is not exposed to a particular given control measure, thus escaping selection for resistance. [...] it is probable that it is the combination of the proportion of a given worm strain in refugia primarily and the drenching frequency secondly, that determines the degree of selection for resistance.”

Im Falle der Magen-Darm-Würmer existieren diese Refugien in Form von freilebenden Stadien auf der Weide, die schon vor der Behandlung dort waren, sowie in Form der Würmer, die in aktuell unbehandelten Tieren parasitieren (BESIER, 2012). Ein weiteres mögliches Refugium stellen Wurmstadien dar, die nicht von dem Anthelminthikum erfasst werden (KENYON et al., 2009). Resistente Nematoden werden durch die in den Refugien lebenden, nicht-selektierten Stadien verdünnt (LEATHWICK et al., 2008). Studien haben gezeigt, dass sich Resistenzen umso langsamer entwickeln, je größer der Anteil der Population in den Refugien ist (MARTIN et al., 1981; WAGHORN et al., 2008; WAGHORN et al., 2009). Maßnahmen, um diese Refugien zu fördern, können sowohl Behandlungszeitpunkt und -häufigkeit als auch die Anzahl behandelter Tiere betreffen (BESIER, 2012).

WAGHORN et al. (2009) vermuten, dass es ab einer bestimmten Größe des Refugiums zu keiner signifikanten Verbesserung im Resistenz-Status kommt, sollten die Refugien noch weiter vergrößert werden. Es stellt sich daher die Frage, wie viel Refugium für einen nachhaltigen Einsatz von Anthelminthika nötig ist. Die Antwort darauf ist schwer zu geben, denn die notwendige Größe des Refugiums ist abhängig von Klima, Betriebssystem, Resistenzstatus und dem verwendeten Anthelminthikum (WAGHORN et al., 2008). Bei der Planung betriebsindividueller Bekämpfungsmaßnahmen nach dem Refugium-Prinzip müssen verschiedene Faktoren berücksichtigt werden, wie die mögliche Aufnahme von L III durch den Wirt, deren Resistenzstatus, das Weidemanagement und das Produktionsziel sowie finanzielle und zeitliche Möglichkeiten des Betriebes (BESIER, 2012). Es gilt, eine Balance zwischen dem Nutzen der Refugien auf der einen und der Produktionsleistung auf der anderen Seite zu erreichen (WAGHORN et al., 2008; BESIER, 2012).

4.2.1. Weidemanagement in Verbindung mit Refugien

Wurmfreie Weiden in Verbindung mit einer Entwurmung der ganzen Herde bergen die Gefahr einer schnellen Ausbildung von Resistenzen (Kapitel II.4.1.2). Wird eine Herde auf eine neue, wurmfreie Weide gebracht, empfiehlt es sich daher, die Tiere einige Zeit

auf der neuen Weide zu belassen und erst zu entwurmen, wenn die Weide mit nicht-selektierten Eiern infiziert wurde („move then dose“ – im Gegensatz zum früher verbreiteten „dose and move“-Prinzip) (MOLENTO et al., 2004). Eine andere Möglichkeit besteht darin, einen Teil der Herde als Infektionsquelle für die saubere, wurmfreie Weide unbehandelt zu lassen (WAGHORN et al., 2008). Ein weiteres Weidemanagement, um Refugien zu erhalten, stellt die rotierende Beweidung von anthelminthisch behandelten Tieren (z. B. Lämmer) im Wechsel mit unbehandelten Tieren als Quelle empfänglicher Nematoden (z. B. adulte Tiere) dar (LEATHWICK et al., 2008).

4.2.2. Targeted Treatment

Beim „Targeted Treatment“ wird eine ganze Tiergruppe anhand von Kriterien, die eine Aussage über den Grad der Verwurmung liefern sollen, entwurmt (BESIER, 2012). Die Refugien bestehen dann zum Großteil aus den existierenden Parasitenstadien auf der Weide (KENYON et al., 2013) bzw. in Betrieben mit mehreren Teilherden zusätzlich in den unbehandelten Tiergruppen (BESIER, 2012). Anthelminthische Behandlungen werden dadurch weniger häufig und in größeren Abständen angewandt, was den Erhalt von Refugien begünstigt (KENYON et al., 2009).

Kriterien für eine Behandlung sind z. B. die mittlere Eiausscheidung von Sammelkotproben (LEATHWICK et al., 2006a) oder das Auftreten erster Anzeichen von Parasitosen in der Herde (hohe Eiausscheidung, Durchfälle und Abmagerungen) (KENYON et al., 2013). Nachteil im letzteren Fall stellen die möglichen Produktionsverluste durch klinische Parasitosen dar (BARGER, 1999; KENYON et al., 2013). Ein anderer Ansatz ist es, nur bestimmte Tiergruppen zu entwurmen; dazu gehört die bereits in Kapitel II.4.2.1 erwähnte Entwurmung von Lämmern, während die adulten Tiere als Quelle empfänglicher Parasiten unbehandelt bleiben (LEATHWICK et al., 2008).

4.2.3. Targeted Selective Treatment (TST)

Die Ausscheidung von GIN-Eiern ist in einer Ziegenherde positiv schief verteilt, es weist demnach nur ein geringer Anteil der Tiere hohe Eizahlen pro Gramm Kot auf (HOSTE et al., 2001; HOSTE et al., 2002c; TORRES-ACOSTA et al., 2014). Außerdem leidet nicht jedes Tier im gleichen Ausmaß unter einer bestehenden Wurminfektion – während manche klinisch unauffällig erscheinen, können andere Tiere aus derselben Herde an den Folgen einer Helminthose sterben (VAN WYK et al., 2006). Bei dem „Targeted Selective Treatment“ (TST) sollen diejenigen Tiere aus der Herde auffindig

gemacht werden, welche eine anthelminthische Behandlung nötig haben, um sie gezielt behandeln zu können und den Rest der Herde unbehandelt zu lassen (VAN WYK et al., 2006). Dadurch kann der Einsatz von Anthelminthika im Vergleich zu systematischen Behandlungen reduziert werden (GALLIDIS et al., 2009). STAFFORD et al. (2009) empfehlen bei der Anwendung des TST, die Eiausscheidung regelmäßig über Kotproben zu überwachen. Die Einführung eines TST-Systems erfordert eine individuelle Anpassung an die Umwelt und das Haltungssystem der Betriebe (BESIER et al., 2010). So kann z. B. anhand mittlerer Eiausscheidungen entschieden werden, wie viele Tiere aus der Herde behandelt werden sollten (BESIER et al., 2010). Für ein TST-Schema stehen verschiedene Parameter aus den Bereichen Parasitenbürde, Gesundheit und Produktionsleistung zur Verfügung (BESIER, 2012). Anhand von Produktionsparametern sollen dabei bereits subklinische Infektionen erkannt werden können – sie eignen sich v. a. für nicht-blutsaugende Parasiten (BESIER, 2012).

4.2.3.1. Parameter für ein TST

Eiausscheidung

Anhand der Ausscheidung von Nematoden-Eiern mit dem Kot können Tiere selektiv zur Entwurmung ausgewählt werden. Dabei kann der Schwellenwert, ab dem eine Entwurmung durchgeführt wird, entweder ein fester Wert sein (GALLIDIS et al., 2009) oder sich an der mittleren Eiausscheidung der Herde orientieren (CRINGOLI et al., 2009). Die Eiausscheidung als Grundlage für das TST führte in einer Studie von GALLIDIS et al. (2009) im Vergleich zu den Kriterien Körperkondition und Milchleistung zu den niedrigsten mittleren Eiausscheidungen in der Herde. Jedoch ist dieses Verfahren weniger praktikabel, da zum einen die finanziellen und technischen Möglichkeiten für regelmäßige tierindividuelle Kotuntersuchungen gegeben sein müssen (VAN WYK et al., 2006) und zum anderen, da die Tiere nicht direkt, sondern erst nach der Auswertung der Proben im Labor behandelt werden können (GALLIDIS et al., 2009). Zusätzlich ist der Schwellenwert, ab dem eine Entwurmung notwendig ist, von der Nematodenspezies abhängig (KENYON et al., 2009).

Anämie

Die Schwere einer Infektion mit *H. contortus* äußert sich durch den Grad der entstehenden Anämie, welcher sich in der Schleimhautfarbe der Tiere widerspiegelt (VAN WYK & BATH, 2002). Die Bewertung der Schleimhautfarbe an den Konjunktiven mittels einer Farbskala mit fünf Kategorien von Rot bis Weiß stellt ein hilfreiches, einfach und kostengünstig anzuwendendes Kriterium dar, um Haemonchose

zu kontrollieren – Voraussetzung ist die Anwendung in regelmäßigen und in nicht zu großen Zeitabständen (FAMACHA®-System, VAN WYK & BATH, 2002). Für Ziegenbetriebe mit geringeren finanziellen Möglichkeiten aus Regionen, in denen *Haemonchus* spp. dominieren, ist dieses System sehr hilfreich (VATTA et al., 2001).

Körperkondition und Körpergewicht

Die Beurteilung der Körperkondition wird in verschiedenen Studien als mögliches Selektionskriterium für Entwurmungen genannt (GALLIDIS et al., 2009; BESIER et al., 2010). Der Vorteil im Beurteilen der Körperkondition im Vergleich zum Wiegen liegt darin, dass das Verfahren schneller und weniger aufwendig anzuwenden ist (VAN WYK & BATH, 2002; BESIER et al., 2010). In ihrem Versuch fanden GALLIDIS et al. (2009) jedoch die Milchleistung und die Eiausscheidung als Kriterien für ein TST-System besser geeignet als die Körperkondition. Als möglicher Parameter eignet sich die Körperkondition jedoch als Ergänzung anderer Methoden bei nicht-blutsaugenden Parasiten (BATH & VAN WYK, 2009).

Für die Auswahl von Lämmern zur Entwurmung anhand des Körpergewichtes gibt es verschiedene Ansätze: von einfacheren Systemen, welche die schwersten Lämmer der Gruppe ohne Behandlung belassen (LEATHWICK et al., 2006b; LEATHWICK et al., 2006a) bis hin zu einem komplexen Vorhersagemodell der Gewichtszunahmen, welches auch die mögliche individuelle Energieaufnahme der Tiere berücksichtigt (GREER et al., 2009). Automatisierte Wiegesysteme im Betrieb vereinfachen hierbei die Anwendung gewichtsbasierter TST-Strategien – allerdings können sich solche Systeme viele Betriebe finanziell nicht leisten (STAFFORD et al., 2009).

Allgemein hat der Parameter Körperkondition zur Auswahl der Tiere für die Entwurmung den Nachteil, dass er durch sehr viele andere Faktoren wie andere Krankheiten und Ernährung der Tiere mit beeinflusst wird (VAN WYK & BATH, 2002).

Kotkonsistenz

Obwohl die Kotkonsistenz als Parameter für ein TST-Schema geeignet zu sein scheint (CABARET et al., 2006; OUZIR et al., 2011) und BROUGHAN and WALL (2007) Korrelationen zwischen der Eiausscheidung und dem Grad der Verschmutzung der Anogenitalregion von Lämmern feststellten, unterliegt auch die Kotkonsistenz neben den Infektionen mit Würmern anderen Faktoren (BROUGHAN & WALL, 2007; STAFFORD et al., 2009). Ein weiterer Nachteil dieses Parameters ist, dass Durchfälle

möglicherweise erst auftreten, nachdem bereits Verluste in der Produktion durch Infektionen mit Nematoden vorhanden sind (KENYON & JACKSON, 2012).

Milchleistung

In einer Milchziegenherde scheinen die Tiere mit den höchsten Milchleistungen am stärksten von Infektionen mit GIN betroffen (HOSTE & CHARTIER, 1993; CHARTIER & HOSTE, 1997). HOSTE et al. (2002b; 2002a) zeigten, dass bei einer selektiven Behandlung von Ziegen mit der höchsten Milchleistung sowie der Erstlaktierenden (insg. 50 bzw. 66 % der Herde) im Vergleich zur strategisch behandelten Vergleichsgruppe die durchschnittliche Eiausscheidung und die Milchleistung der Herde ähnlich waren, obwohl nur die Hälfte bis zwei Drittel der Gruppe behandelt worden waren. Einen ähnlichen Ansatz stellt die Behandlung von Tieren mit einer Milchleistung über einem bestimmten Schwellenwert dar (GALLIDIS et al., 2009) oder mit Milchleistungen, die über dem Herdenschnitt liegen (CRINGOLI et al., 2009).

4.2.3.2. Kombination verschiedener Parameter

Da die genannten Parameter auch durch andere Faktoren als den Grad der Verwurmung beeinflusst werden und sich die Symptomatik einer Infektion je nach Wurmspezies unterscheidet, ist meist ein einzelner Parameter nicht ausreichend um zu entscheiden, ob das Tier entwurmungsbedürftig ist (VAN WYK & BATH, 2002). Ist z. B. *H. contortus* die vorherrschende Spezies, ist das FAMACHA[®]-System gut geeignet, was allerdings in gemäßigten Klimazonen selten der Fall ist (VAN WYK et al., 2006; STAFFORD et al., 2009). Hingegen eignet sich die Körperkondition als Parameter bei einer dominierenden Infektion mit *H. contortus* weniger, da die Körperkondition sich bei akuten Infektionen vermutlich nicht sichtbar ändert (BURKE et al., 2007). In verschiedenen Studien wurden daher Kombinationen von verschiedenen Parametern angewandt; so z. B. Gewichtszunahme und Eiausscheidung (GABA et al., 2010), das Allgemeinbefinden in Verbindung mit der Gewichtszunahme und der Verschmutzung der Perinealregion (STAFFORD et al., 2009) oder die in der vorliegenden Studie untersuchte Kombination der Parameter Körperkondition, Kotkonsistenz und FAMACHA[®]-Score (bislang unveröffentlichte Studie, KNUBBEN-SCHWEIZER, persönliche Mitteilung). Der von BATH and VAN WYK (2009) vorgestellte Five Point Check[®] beinhaltet die Parameter Schleimhautfarbe, das Auftreten von Ödemen am Unterkiefer, Körperkondition, Verschmutzung der Perinealregion und den Nasenausfluss, letzterer um den Befall mit Nasendasseln zu erkennen. Je nach Situation auf

dem Betrieb können dabei einzelne Parameter weggelassen werden (BATH & VAN WYK, 2009). TORRES-ACOSTA et al. (2014) beschreiben ein „Combined Targeted Selective Treatment (C-TST)“ Schema, bei welchem den durch Körperkondition und FAMACHA®-Wert ermittelten Risikotieren Kotproben entnommen werden und anhand der Eiausscheidung dann über eine Entwurmung entschieden wird.

4.2.4. Einführen empfänglicher Wurmpopulationen

Eine weitere Möglichkeit, Resistenzen durch Refugien zu verringern, stellt die Einführung empfänglicher Wurmpopulationen dar (KENYON et al., 2009). Dies kann über Tiere, welche mit empfänglichen Würmern infiziert wurden, in Verbindung mit dem Weidemanagement erfolgen (VAN WYK & VAN SCHALKWYK, 1990; MOUSSAVOU-BOUSSOUGOU et al., 2007). In der Praxis steht man jedoch vor Problemen wie dem Beschaffen einer ausreichenden Anzahl empfänglicher Larven, die für den Wirt nicht pathogen sind (KENYON et al., 2009). Ein mögliches Einsatzgebiet dieser Maßnahme wären Herden, in denen multiresistenten Parasitenpopulationen vorkommen (MOUSSAVOU-BOUSSOUGOU et al., 2007).

4.3. Alternativen zum Anthelminthika-Einsatz

Für die Zukunft interessant sind auch verschiedene, z. T. noch in der Forschung befindliche Ansätze für die Wurmkontrolle ohne die (konventionellen) Anthelminthika (HOSTE & TORRES-ACOSTA, 2011). In ihrem Review zu diesem Thema führen HOSTE and TORRES-ACOSTA (2011) unter anderem folgende Punkte auf: geringere Besatzdichten, die Einführung von Wechselweiden (v. a. in tropischen Regionen erfolgsversprechend), biologische Kontrollen durch nematophage Pilze, eine gemeinsame Weidenutzung mit anderen Wirten (Rind, Pferd) oder komplexe, mehrere Variablen einschließende Computermodelle als Entscheidungshilfe für Entwurmungen. Andere Ansätze sind die Zucht der Tiere auf Resistenzen oder Widerstandskraft, eine optimierte Fütterung, die Behandlung mit Kupferpräparaten (Copper Oxide Wire Particles, COWP) oder der Einsatz von Mitteln pflanzlichen Ursprungs (HOSTE & TORRES-ACOSTA, 2011). Eine weitere Möglichkeit zur Parasitenkontrolle stellt die Entwicklung von Impfstoffen gegen GIN dar; der erste verfügbare Impfstoff gegen *H. contortus* ist seit 2014 in Australien auf dem Markt (BASSETTO & AMARANTE, 2015).

III. MATERIAL UND METHODEN

1. Betriebe

Die vorliegende Studie wurde in zwei Milchziegenbetriebe aus dem Südschwarzwald, die beide nach Bioland-Richtlinien arbeiteten, zwischen April und November 2014 durchgeführt. Die Betriebe hielten etwa 140 bzw. 220 Ziegen der Rassen Bunte Deutsche Edelziege und Weiße Deutsche Edelziege (Tabelle III-1).

1.1. Haltung der Ziegen

In den Wintermonaten und bei Regenwetter wurden die Ziegen bei beiden Betrieben in einem Laufstall mit befestigtem Auslauf gehalten, ansonsten wurden sie tagsüber auf die Weide gebracht. Diese grenzte unmittelbar an den Hof und war bei beiden Betrieben durch eine Straße in zwei Flächen geteilt, die abwechselnd beweidet wurden. Die Weiden konnten aufgrund ihrer Steigung in maschinell bewirtschaftbare Flächen und solche Bereiche, die nur über Weidehaltung nutzbar waren, unterteilt werden. Im Stall wurden Heu und Silage zugefüttert. Die Tiere wurden zweimal täglich gemolken und erhielten während des Melkvorgangs Kraftfutter zugeteilt.

Vor 2014 wurden die Ziegen auf Betrieb 1 auf einer Umtriebsweide gehalten. Auf den befahrbaren Weideflächen wurde bis zu dreimal im Jahr Heu gewonnen und ebenso häufig mit Dünger aus der Biogasanlage gedüngt. Betrieb 2 weidete seine Tiere auf einer Portionsweide. Die befahrbaren Flächen wurden zweimal im Jahr gemäht und zweimal mit Gülle gedüngt. Im Jahr 2014 führten die Betriebe das System der Kurzrasenweide ein, das von STEINER (2015) untersucht wurde. Die angestrebte Wuchshöhe von 7 cm wurde jedoch meist überschritten, was durch das Weideverhalten der Ziegen und das zeitweise starke Weidewachstum bedingt war (STEINER, 2015). Ab Mitte März wurden die Ziegen tagsüber auf der Weide gehalten. Die zweigeteilten Weideflächen machten einen regelmäßigen Wechsel zwischen den Flächen notwendig, der an die Vegetation angepasst wurde und im Abstand von fünf Tagen bis längstens drei Wochen erfolgte. Die befahrbaren Flächen wurden bei Betrieb 1 Ende Februar mit Dünger aus der Biogasanlage gedüngt und Anfang Juni gemäht. Um dem schnellen Aufwuchs entgegenzuwirken und die Grasnarbe zu verdichten, mulchte dieser Betrieb die nicht zur Heugewinnung geeigneten Flächen Anfang Juli. Betrieb 2 mähte Mitte Juni und September seine befahrbaren Flächen und düngte Ende Juni mit Gülle.

Tabelle III-1: Betriebsdaten 2014 von den an der Studie teilnehmenden Betrieben

		Betrieb 1	Betrieb 2
Betriebskennzahlen	Anzahl adulter Ziegen (zu Studienbeginn)	142	225
	Anteil Weiße Deutsche Edelziege	40 %	5 %
	Anteil Bunte Deutsche Edelziege	40 %	92 %
	Anteil Kreuzungen	20 %	3 %
	Abgänge 2014	4	35
	Abgangsursache	2 x Verdacht auf Listeriose 1 x Mastitis 1 x Unfall (Stromzaun)	16 x geringe Leistung (davon 12 Tiere in ihrer 5. Laktation oder höher) 5 x im Jahr 2014 keine Ablammung 5 x Verletzung (Euter- verletzung / Knochen- fraktur) 3 x Durchfallerkrankung ohne Besserung der Milchleistung nach Genesung 6 x verkauft zu Zucht- und Nutzzwecken
	Beweidete Fläche (ha)	10,7	14,4
Leistungsdaten der Herde	Mittlere Laktationsnummer ¹⁾	4,48 (121 Ziegen)	4,44 (216 Ziegen)
	Anzahl Ziegen ohne Ablammung ¹⁾	6	5
	Lämmeranzahl/Ziege ¹⁾	1,45 (115 Ziegen)	1,75 (211 Ziegen)
	Lämmersterblichkeit (%)	13,0	9,71
	Milchleistung/Ziege/Tag (kg) ²⁾	2,35	2,18
	Fettgehalt der Milch (%) ²⁾	3,15	3,37
	Eiweißgehalt der Milch (%) ²⁾	3,16	3,00

¹⁾ Hier wurden nur die Tiere erfasst, die bis Ende 2014 schon einmal in der MLP angemeldet waren und von denen die entsprechenden Daten vorlagen – es fehlen demnach die Ziegen, die noch nie gelammt haben. Bei Betrieb 1 war außerdem der Großteil der Erstlaktierenden (ca. 15 Tiere) im Jahr 2014 nicht in der MLP gemeldet.

²⁾ Hier wurden alle in der MLP gemeldeten Tiere (siehe ¹⁾) abzüglich der Tiere, bei denen 2014 keine Milchdaten erhoben wurden (Tiere mit sehr niedriger Milchleistung, darunter v. a. Altziegen) und Tiere mit weniger als drei MLP erfasst. Die Mittelwerte berechneten sich aus den einzelnen MLP (vgl. Zeitstrahl im Anhang, Kapitel IX.4) mit 967 (Betrieb 1) bzw. 1537 (Betrieb 2) Untersuchungsergebnissen.

Die saisonale Ablammung fand bei beiden Betrieben im Januar und Februar statt. Die Lämmer wurden – mit Ausnahme einzelner Nachzügler – nicht mit auf der Weide gehalten. Ab Ende Juli (Betrieb 1) bzw. Anfang August (Betrieb 2) befanden sich die Böcke mit in der Herde; diese wurden nicht in die Untersuchungen eingeschlossen.

1.2. Entwurmungsmanagement

Die Betriebe entwurmen routinemäßig einmal im Jahr nach der Weidesaison zum Zeitpunkt des Trockenstellens alle Ziegen. Verwendet wurde bei Betrieb 1 Moxidectin (Cydectin® 0,1 %, Zoetis Deutschland GmbH, Berlin, Deutschland) und Monepantel (Zolvix® 25 mg/ml, Novartis Tiergesundheit GmbH, München, Deutschland) im jährlichen Wechsel. Betrieb 2 verwendete jedes Jahr Cydectin® 0,1 %. Beide Medikamente wurden oral eingegeben und wie folgt dosiert: 0,4 mg Moxidectin / kg KM bzw. 5 mg Monepantel/kg KM (jeweils die doppelte, für Schafe empfohlene, Dosierung).

1.3. Leistungsdaten

Von den 367 Ziegen zu Versuchsbeginn lammten 2014 knapp 97 %. Im Schnitt gebar jede Ziege 1,64 Lämmer und gab über die Laktation gesehen 2,25 kg Milch am Tag (Tabelle III-1).

2. Betriebsbesuche, Probengewinnung und -untersuchung

Die Betriebsbesuche fanden sechsmal im Abstand von etwa sechs Wochen statt, wobei der erste Besuch Anfang April und der letzte Anfang November durchgeführt wurde (Zeitstrahl im Anhang, IX.4). Im Verlauf des Versuches wurden insgesamt 145 Ziegen bei Betrieb 1 und 228 Ziegen bei Betrieb 2 erfasst. Einige Tiere sind in dieser Zeit abgegangen (Tabelle III-1) und vereinzelt fehlten Tiere an einer der Untersuchungen, was dadurch zustande kam, dass sie entweder übersehen wurden oder über die Absperrungen gesprungen sind. An den einzelnen Besuchen ergaben sich folgende Anzahlen an untersuchten Tieren (von Besuch 1 bis Besuch 6):

- Betrieb 1: 142 – 143 – 142 – 142 – 140 – 141

- Betrieb 2: 225 – 218 – 216 – 209 – 202 – 191.

2.1. Anwendung des TST-Schlüssels

Bei jedem Besuch wurde die komplette Herde klinisch von derselben Tierärztin untersucht. Diese Untersuchungen fanden aus logistischen Gründen bei Betrieb 1 im Melkstand und bei Betrieb 2 auf dem Laufhof im Freien statt. Die Tiere wurden nach einer aus der Schweiz stammenden Kombination der Parameter Körperkondition,

Kotkonsistenz und Schleimhautfarbe an den Konjunktiven beurteilt (BOLLINGER et al., 2016). Zusätzlich wurde die Schleimhautfarbe der Scheide bestimmt.



Abbildung III-1: Anwendung der FAMACHA®-Karte an der Augen- (a) und an der Scheidenschleimhaut (b) bei Milchziegen

Die Körperkondition der Tiere wurde durch Palpation des Brustbeines und der Wirbelsäule bestimmt (MATTHEWS, 2009) und in drei Klassen eingeteilt: 0 (gut oder durchschnittlich genährt), 1 (dünn) und 2 (abgemagert) (BOLLINGER et al., 2016). Die Beurteilung und Einteilung der Kotkonsistenz in vier Kategorien erfolgte anhand von frisch abgesetztem oder rektal entnommenem Kot oder – in den seltenen Fällen, in denen kein Kot im Rektum war – anhand des Verschmutzungsgrades der Anogenitalregion (MCEWAN et al., 1992). Die Einteilung reichte von geformtem oder geballtem Kot (0) hin bis zu wässrigem Kot (3); bzw. von einer sauberen (0) bis zu einer stark verschmutzten (3) Anogenitalregion. Die Schleimhautfarbe wurde mittels einer FAMACHA®-Karte (VAN WYK & BATH, 2002) beurteilt. Diese zeigte eine Farbskala mit den folgenden Werten: 1 (rot), 2 (rot–rosa), 3 (rosa), 4 (rosa–weiß) und 5 (weiß). Mit ihr wurde die Farbe der Schleimhaut an den Konjunktiven des unteren Augenlides verglichen, welches dafür vorsichtig mit dem Daumen ventral gezogen wurde; der Zeigefinger der anderen Hand fixierte das obere Augenlid (Abbildung III-1a). Auch die Beurteilung der Farbe der Scheidenschleimhaut erfolgte mit der FAMACHA®-Karte, indem die Vulva auf einer Seite vorsichtig lateral gezogen wurde (Abbildung III-1b). Um starke Schwankungen durch unterschiedliche Lichtintensität zu vermeiden, wurde bei Betrieb 1 im Stall eine Stirnlampe (CRIVIT® SPORTS LED-Stirnleuchte, in der zweiten Helligkeitsstufe) verwendet und bei den Untersuchungen auf Betrieb 2, wo die Tiere im Freien untersucht wurden, darauf geachtet, dass die Schleimhäute nicht im Schatten beurteilt wurden.

Die Summe der einzelnen Werte ergab den Gesamt-Score, der über die Entwurmungsbedürftigkeit entschied. Das in der Studie untersuchte Bewertungssystem sah ab dem Wert von vier oder höher eine Entwurmung vor (BOLLINGER et al., 2016). An Besuch 2 war dies bei den hochlaktierenden Ziegen, die sich möglicherweise von Anämien aus dem Vorjahr und den Gewichtsverlusten durch die letzte Trächtigkeit noch nicht erholt hatten, zu zwei Dritteln der Fall (Betrieb 1 59,4 %, Betrieb 2 60,6 %). Da die Betriebsleiter aufgrund der durch die Wartezeit bedingten Milchverluste einer Entwurmung von so vielen Tieren nicht zustimmten und die Ergebnisse der ersten Kotuntersuchungen keine Hinweise auf starke Verwurmungen lieferten, wurden die Tiere im Versuch erst ab einem Wert von fünf oder höher als entwurmungsbedürftig eingestuft und davon nur jede zweite Ziege entwurmt. Das TST wurde an den Besuchen 3, 4 und 5 angewandt; da in der folgenden Trockenstehzeit alle Tiere entwurmt wurden, verzichtete man auf Entwurmungen am letzten Betriebsbesuch. Die nicht entwurmtten Ziegen mit einem Score von ≥ 5 stellten die Kontrollgruppe für die Auswertung der Änderungen in der Milchleistung dar. Da an Besuch 4 nur sehr wenige Tiere den TST-Schwellenwert von fünf erreichten und die Milchverluste durch die Wartezeit aufgrund der niedrigeren Milchleistungen gegen Ende der Laktation geringer waren, wurden nach Rücksprache mit den Betriebsleitern an Besuch 5 auch Tiere mit einem Score von vier entwurmt (bis zur maximalen Anzahl von 14 (Betrieb 1) bzw. 15 (Betrieb 2) Tieren). Zusätzlich zu den durch das TST-Schema entwurmtten Tieren wurden auf Betrieb 1 am dritten Besuch 15 nicht-laktierende Ziegen aufgrund einer schlechten Körperkondition und eines struppigen, stumpfen Fells entwurmt. Da diese Behandlungen außerplanmäßig und die betroffenen Tiere nicht in der Laktation waren, wurden diese Ziegen bei den Untersuchungen zur Auswirkung von Entwurmungen nicht berücksichtigt.

Die Entwurmung der Ziegen erfolgte mit Cydectin® 0,1 % der Firma Zoetis in der Dosierung 0,4 mg Moxidectin/kg KM (doppelte Dosierung für Schafe) mit dem zugehörigen Standardapplikator. Die Anzahl der insgesamt entwurmtten Tiere pro Betriebsbesuch ist in Tabelle III-2 dargestellt. Die nach dem TST-Schema entwurmtten Tiere wurden mit Fesselbändern (Fesselbänder für Ziegen und Schafe, ARNDT Europadiscount, Hochdorf, Deutschland) an einer Hintergliedmaße markiert. Zur Erfolgskontrolle der Entwurmung wurden zwei Wochen später vom Landwirt Kotproben der behandelten Tiere entnommen und in Kartons mit Kühllakkus per Post eingeschickt. Die Proben kamen ein bis maximal zwei Tage nach der Entnahme im Versuchslabor an und wurden dort umgehend untersucht.

Tabelle III-2: Anzahl entwurmter Tiere pro Betriebsbesuch aufgeteilt nach Entwurmungsgrund

Score = TST-Gesamtscore; NL = nicht laktierende Ziege, die aufgrund ihrer klinischen Erscheinung entwurmt wurde

	Besuch 3		Besuch 4	Besuch 5	
	Score ≥ 5	NL	Score ≥ 5	Score ≥ 5	Score = 4
Betrieb 1	6	15	2	6	8
Betrieb 2	15	–	8	10	5

2.2. Koprokopie

An den Besuchen 1, 2 und 6 wurde von jeder Ziege Kotprobe entnommen, an den anderen Untersuchungsterminen wurde stellvertretend jeweils ein Teil der Herde beprobt. Hierfür wurde an Besuch 2 jede dritte Ziege (Betrieb 1) bzw. jede vierte Ziege (Betrieb 2) mit einem Fesselband (Fesselbänder für Ziegen und Schafe, ARNDT Europadiscount, Hochdorf, Deutschland) an einer Hintergliedmaße markiert. Da die Betriebsleiter in den Wochen nach der Markierung losgelöste Fesselbänder im Stall gefunden hatten, wurden an Besuch 3 in Bestand 1 noch 15 Ziegen und in Bestand 2 noch 20 Ziegen nachmarkiert, um die Zahl der beprobten Ziegen nicht zu gering werden zu lassen. Von den mit Fesselbändern markierten Ziegen wurden an den Besuchen 3, 4 und 5 Kotproben genommen. Als Repräsentanten der Herde blieben somit auf Betrieb 1 insgesamt 33 Ziegen und auf Betrieb 2 insgesamt 37 Ziegen übrig, die nicht entwurmt wurden und von denen Kotproben an allen Besuchen oder mit maximal einem Fehltermin untersucht wurden. Zusätzlich wurde jede nach dem TST-Schema entwurmt Ziege an dem Tag ihrer Entwurmung sowie an allen folgenden Besuchen beprobt.

Die Kotuntersuchung erfolgte nach den Methoden des Qualitätsmanagement-Handbuchs Version 05 vom 25.04.2013 des Lehrstuhles für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der LMU München (2013) (Abschnitte Mk 1.02, Mk 1.03, Mk 1.05 und Mk 1.07). Jede Einzelkotprobe wurde mit dem McMaster-Verfahren mit einer Nachweisgrenze von 30 EpG (Eizahl pro Gramm Kot) untersucht. An Besuch 1, 2, 5 und 6 wurden aus gepoolten Kotproben Larvenkulturen nach einer Modifizierung des Verfahrens von ROBERTS and O'SULLIVAN (1950) angesetzt, welche dann nach dem Trichterauswanderverfahren nach BAERMANN-WETZEL (DEPLAZES et al., 2013) weiter bearbeitet wurden. Mittels Sedimentationsverfahren nach BENEDEK (BAUER, 2006) wurden gepoolte Kotproben von Besuch 6 untersucht. Weitere an

Besuch 6 gepoolte Proben wurden mit einer Peanut Agglutinin-basierten Färbung auf das Vorkommen von *Haemonchus*-Eier untersucht (JURASEK et al., 2010).

2.2.1. Gewinnung der Kotproben

Die Kotproben wurden direkt aus dem Rektum entnommen. Die Entnahme erfolgte mit Handschuhen (Nitril® NextGen®, Rösner-Mautby Meditrade GmbH, Kiefersfelden, Deutschland), welche anschließend zugeknotet und beschriftet wurden. Angestrebt wurde eine Menge von mindestens 9 g Kot pro Tier. Bis zum Transport wurden die Proben bei ca. 8 °C gelagert und während des Transportes in Kühlboxen aufbewahrt. Im Labor wurden die Proben bei 5–8 °C in einem Kühlschrank (Modell: KS38RX31 (01), SEG Hausgeräte GmbH, München, Deutschland) aufbewahrt, bis sie zeitnah untersucht wurden.

2.2.2. Modifiziertes McMaster-Verfahren

Die Einzelkotproben wurden zum quantitativen Nachweis von Helmintheneiern und semiquantitativen Nachweis von Kokzidien-Oozysten mittels modifiziertem McMaster-Verfahren (Mk 1.05) untersucht. Hierfür wurden 4,5 g Kot mit einer Präzisionswaage (PCB 2500-2, Kern & SOHN GmbH, Balingen-Frommern, Deutschland) in einen Mörser eingewogen. Mit einem FORTUNA® POLYFIX® Dispenser (Poulten & Graf GmbH, Wertheim, Deutschland) wurden 40,5 ml Leitungswasser zur Probe hinzugefügt und mittels Pistill homogenisiert. Die Suspension wurde durch ein zuvor angefeuchtetes planes Sieb (Sonderanfertigung, Maschenweite 300 µm) in einen Plastikbecher (125 ml Urinbecher, Art. Nr. 900-9736, Henry Schein Medical GmbH, Berlin, Deutschland) geseiht und der Siebrückstand mit dem Mörser ausgedrückt. Nach dem Verschließen des Bechers mit einem zugehörigen Deckel (Schnappdeckel mit Ausguss-Stutzen, Art. Nr. 900-9737, Henry Schein Medical GmbH, Berlin, Deutschland) wurde der Inhalt auf dem Vortex-Genie (K-550-GE, Scientific Industries Inc., Bohemia, New York, USA) durchmischt. Während des Schüttelvorgangs wurde mit einer Plastikpipette (Standard-Pasteurpipette, ungraduiert, Art. Nr. E305.1, Carl Roth GmbH+Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) ein Aliquot der Kotsuspension entnommen und in ein Zentrifugenglas (No. 950/1, Glaswarenfabrik Karl Hecht GmbH&Co KG, Sondheim v. d. Rhön, Deutschland) bis zur zuvor markierten Höhe von 3 cm unter dem oberen Rand gefüllt. Es folgte eine zehnminütige Zentrifugation bei einer Zentrifugalbeschleunigung (RCF) von 992,2 g (Rotofix 32 Zentrifuge, Andreas Hettich GmbH & Co.KG, Tuttlingen, Deutschland). Nachdem der Überstand dekantiert wurde, wurde das Sediment auf dem

Vortexmischer aufgeschüttelt, das Röhrchen mit gesättigter NaCl-Lösung zuerst bis zur Hälfte der Markierung und nach erneutem Durchmischen mit dem Vortexmischer bis zur Markierung aufgefüllt. Mit einer Saughilfe aus Silikon und einer Glaspipette (Art. Nr. 4518, Carl Roth GmbH+Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) wurde während eines Schüttelvorgangs auf dem Vortexmischer Kotsuspension aus dem Zentrifugenröhrchen entnommen und luftblasenfrei erst in die eine und nach erneutem Aufziehen in die zweite Seite einer McMaster-Zählkammer (Two-Chamber McMaster Counting Slides, Chalex Corporation, Portland, USA) gefüllt. Die Kammer wurde zehn Minuten stehen gelassen und anschließend die flotierten Parasitenentwicklungsstadien in beiden Zählfeldern bei 100facher Vergrößerung unter dem Lichtmikroskop (Typ 020-441.010, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Deutschland) gezählt.

Die Eizahl pro Gramm Kot (EpG) errechnete sich aus folgender Formel:

$$EpG = \frac{\text{Anzahl gezählter Eier} \times \text{Suspensionsvolumen [ml = cm}^3\text{]}}{\text{Kotmenge [g]} \times \text{Zählnetzfläche [cm}^2\text{]} \times \text{Kammerhöhe [cm]} \times \text{Anzahl Zählfelder}}$$

Das Ergebnis einer Auszählung musste im Versuch bei einer Probenmenge von 4,5 g mit dem Faktor 30 multipliziert werden.

2.2.3. Gattungs- bzw. Speziesbestimmung der gastrointestinalen Nematoden

Für die Gattungs- bzw. Speziesbestimmung der GIN wurden gepoolte Proben erstellt. An Besuch 1 und 2 wurden pro Betrieb sechs, an Besuch 5 drei und an Besuch 6 fünf Sammelproben erstellt. Hierfür wurden aus zumeist zehn (7–11) Einzelkotproben jeweils etwa 1 g Kot entnommen. Die Einzelkotproben, aus denen die gepoolten Proben entstanden, wurden zufällig ausgewählt.

2.2.3.1. Larvenkultur

Für die Larvenkultur wurde die Methode nach ROBERTS and O'SULLIVAN (1950) (Anweisungen in Abschnitt Mk 1.07 des QM-Handbuches des Lehrstuhls für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der LMU München (2013)) modifiziert. Die gepoolten Proben wurden am Tag nach der Ankunft im Labor (zwei bis drei Tage nach Probenentnahme) in Plastikpetrischalen gegeben, mit Vermiculit aufgelockert und bei Bedarf etwas angefeuchtet. Mit locker aufgesetztem Deckel standen die Proben im Mittel 20 Tage (19–24 Tage) bei Raumtemperatur im Dunkeln, wobei sie täglich eine Stunde gelüftet und wenn notwendig erneut angefeuchtet wurden.

2.2.3.2. Trichterauswanderverfahren

Zur Gewinnung der Larven wurden die kultivierten Sammelproben nach dem Prinzip der Auswanderung nach BAERMANN-WETZEL (DEPLAZES et al. (2013) bzw. Abschnitt Mk 1.03 des QM-Handbuches des Lehrstuhls für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der LMU München (2013)) angesetzt. Hierfür wurden die Proben in eine Lage Gaze (aufgefaltete Mullkompressen, Fuhrmann GmbH, Much, Deutschland) gehüllt. Der so entstandene Beutel wurde mit einer Plastik-Wäscheklammer in eine Baermann-Apparatur gehängt – einen Glastrichter (DURAN® Trichter mit kurzem Stiel, D 80 mm, DURAN Group GmbH, Wertheim/Main, Deutschland) der mit einem durch eine Klemme verschlossenen Silikonschlauch verlängert wurde. Der Trichter wurde mit Leitungswasser aufgefüllt bis nur noch das obere Drittel des Beutels aus dem Wasser ragte. Eventuell entstandene Luftblasen im Schlauch wurden entfernt. Nach 24 h wurden 10 ml jeder Probe in ein Probenröhrchen mit konischem Boden (15 ml CELLSTAR® Polypropylen Röhrchen, Art.-Nr. 188261, Greiner Bio-One International GmbH, Kremsmünster, Österreich) über Öffnen der Schlauchklemme abgelassen. In den ersten Tagen nach dem Ablassen wurde – bis die Flüssigkeit klar war – täglich ein Wasserwechsel durchgeführt, indem mit einer Plastikpipette (Art. Nr. E305.1, Carl Roth GmbH+Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) vorsichtig die Flüssigkeit bis auf ca. 2 cm oberhalb des Bodens abgezogen und mit frischem Leitungswasser aufgefüllt wurde. Bis zur Untersuchung wurden die Röhrchen im Kühlschrank (Modell: KS38RX31 (01), SEG Hausgeräte GmbH, München, Deutschland) bei 5–8 °C gelagert, wobei einmal in der Woche die Flüssigkeit wie oben beschrieben erneuert wurde.

2.2.3.3. Larvenbestimmung

Die Differenzierung der Larven erfolgte nach dem Bestimmungsschlüssel von VAN WYK and MAYHEW (2013). Mit einer Saughilfe aus Silikon und einer Glaspipette (Art. Nr. 4518, Carl Roth GmbH+Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) wurde ein Tropfen des Sedimentes auf einen Objektträger gegeben (Art. Nr. 0656, Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) und die Larven mit einem Tropfen einer 25 %igen Lugol'schen Lösung (Jod-Kaliumjodidlösung nach Lugol, Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) abgetötet. Mit einem Deckglas (Art. Nr. 0657 oder Art. Nr. H874, Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) versehen, wurden die Proben bei 50facher Vergrößerung unter dem Mikroskop (Typ 020-441.010, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Deutschland) durchmustert. Darin vorkommende L III

wurden zuerst mit 100facher und anschließend mit 400facher Vergrößerung nach den Kriterien von VAN WYK and MAYHEW (2013) bestimmt. Pro Probe wurden mindestens 200 Larven bestimmt. Waren weniger als 200 Larven in einer Probe, so wurde die komplette Probe untersucht.

2.2.4. Sedimentationsverfahren

Auf einen möglichen Befall der Herden mit dem Kleinen und Großen Leberegel wurden die Proben mit dem Sedimentationsverfahren nach BENEDEK ((BAUER, 2006) bzw. Abschnitt Mk 1.02 des QM-Handbuches des Lehrstuhls für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der LMU München (2013)) untersucht. Dafür wurden zufällig ausgewählte Kotproben von Besuch 6 zu fünf Sammelproben pro Betrieb gepoolt. Die Sammelproben, die im Schnitt 16,8 g (14,1–22,6 g) wogen, entstanden aus 10–17 Einzelkotproben. Jede gepoolte Probe wurde in eine Petrischale gegeben und mit Hilfe eines Holzspatels (Rotilabo®-Mundspatel, Artikel EH10.1, Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) mit kaltem Leitungswasser verrührt. Das Gemisch wurde durch ein Sieb (Sonderanfertigung, Maschenweite 300 µm) in ein 400 ml Becherglas (Beaker, high form with spout, Cat. No. 21 116 41, DURAN Group GmbH, Wertheim/Main, Deutschland) gesiebt. Der Siebrückstand wurde mit einem scharfen, kalten Wasserstrahl nachgespült, bis der Becher ca. 10 cm hoch gefüllt war. Nach dem Hinzufügen von einem Tropfen Detergenz (alio Geschirrspülmittel, Geromin GmbH, Baesweiler, Deutschland) sedimentierte die Probe für 15 min. Der Überstand wurde vorsichtig abgegossen und das Becherglas wieder mit kaltem Leitungswasser aufgefüllt. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis der Überstand nicht mehr trüb war. War die Trübung stark, so wurde die Probe durch ein Sieb mit der Maschenweite von 200 µm gesiebt, wobei wieder mit einem scharfen Wasserstrahl nachgespült wurde. Zur Untersuchung wurde der klare Überstand abgegossen und das Sediment in einer Schale mit einem Tropfen Methylenblau bei 50facher Vergrößerung auf das Vorhandensein von Eiern der Spezies *Dicrocoelium dendriticum* und *Fasciola* spp. untersucht.

2.2.5. Spezifische Anfärbung von *Haemonchus*-Eiern

An Besuch 6 wurde zusätzlich pro Betrieb eine aus sechs zufällig ausgewählten Kotproben erstellte Sammelprobe zur Bestätigung der Haemonchose an das Labor des Lehrstuhls für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie in München gebracht. Die Anfärbung der *Haemonchus*-Eier erfolgte nach der von JURASEK et al. (2010) beschriebenen Methode. Hierbei wurden 2 g Kot in 23 ml Wasser vermischt und von

der entstandenen Suspension 10 ml in mehreren Schritten so aufbereitet, dass die Eier konzentriert vorlagen. Die aufbereitete Probe inkubierte dann in einer Lösung mit Fluoresceinisothiocyanat (FITC), welches an das Lektin Peanut Agglutinin gebunden war. Dieses bindet spezifisch an Gal (β -1,3) GalNAc Strukturen der *Haemonchus*-Eier (HILLRICHS et al., 2012). Nach zwei weiteren Waschschritten wurden 5 μ l des Sediments mit 3 μ l Fluorescent Mounting Medium auf einen Objektträger gegeben und mit einem Deckgläschen bedeckt. Unter einem Fluoreszenzmikroskop mit FITC Filter wurden die hellen, grün fluoreszierenden *Haemonchus*-Eier und anschließend ohne Filter alle Magen-Darm-Strongyliden-Eier gezählt. Der Quotient daraus ergab den Anteil an *H. contortus*-Eiern an allen Magen-Darm-Strongyliden-Eiern.

2.3. Beprobung der Weide

2.3.1. Gewinnung der Weideproben

An jedem Besuch wurde bei beiden Betrieben jeweils die größere der beiden Weidenflächen beprobt. Hierbei wurden pro Betrieb die Teilflächen, die ausschließlich beweidet wurden (Fläche I) und die befahrbaren Flächen (Fläche II) getrennt untersucht. Die Entnahme der Grasproben orientierte sich an der von PEITGEN (1993) angewandten Methode. Die Entnahmestellen für die Proben wurden gleichmäßig über die jeweiligen Teilflächen verteilt und so ausgewählt, dass sie anhand landschaftlicher Merkmale an jedem Entnahmezeitpunkt annähernd übereinstimmend waren (Abbildung III-2). Am frühen Morgen wurden die Proben möglichst taunass entnommen, wobei auf eine vorsichtige Handhabung geachtet wurde, damit der Tau nicht abtropfte. Das Gras wurde auf einem Radius von etwa einem Meter um den Untersuchungspunkt an sechs verschiedenen Stellen knapp oberhalb der Grasnarbe abgeschnitten. Gras, welches mit Erde behaftet war oder sich im Umkreis von 20 cm um einen Kothaufen befand, wurde gemieden. Sofort nach dem Abschneiden wurde das Probenmaterial in einen Plastikbeutel gegeben, der anschließend mit einem Gummiband dicht verschlossen wurde.

An jeder Entnahmestelle wurde die durchschnittliche Wuchshöhe des Grases, dessen Feuchtigkeitsgrad (von 0 = trocken bis 3 = mit Wassertropfen auf den Halmen) und die Parameter Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchte (gemessen mit dem Klimatimer plus, Artikel-Nr. 12707, Karl Koch GmbH, Kilsheim, Deutschland) notiert. Im Anschluss an die Probenentnahme wurde jeder Probenbeutel gewogen. Bis zum Transport wurden die Proben in Kellerräumen bei ca. 11 °C gelagert und für den Transport in Styroporboxen gepackt.

2.3.2. Aufbereitung der Proben im Labor

Eine von DEMELER et al. (2012) beschriebene Methode für die Weiterverarbeitung der Grasproben wurde aufgrund der großen Probenmengen und nach den Möglichkeiten des Labors modifiziert und durch die Baermann-Wetzel-Technik (in Anlehnung an das Untersuchungsverfahren von HANSEN and PERRY (1990)) ergänzt.

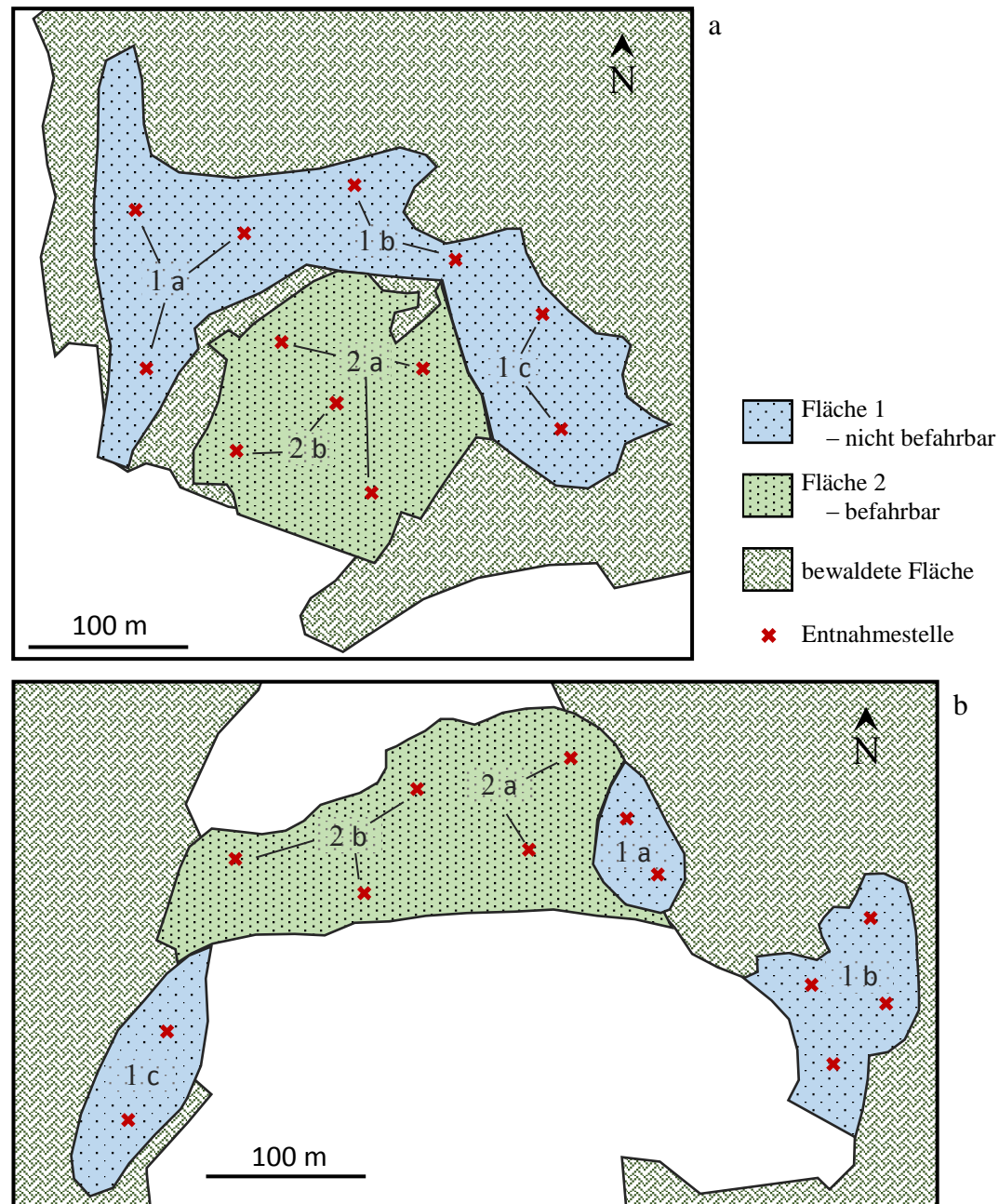


Abbildung III-2: Skizze zur Beprobung der Weiden

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2

Die Proben wurden bei Ankunft im Labor je nach Volumen auf beschriftete 5 l oder 10 l Eimer verteilt, wobei in einen 5 l Eimer maximal 100 g und in einen 10 l Eimer maximal 200 g Gras gegeben wurden. Die Gefrierbeutel wurden zweimal mit 1 l Leitungswasser

gründlich in die dazugehörigen Eimer ausgespült und zum Austropfen über die Eimer gehängt. Nach Zugabe eines Detergenz (alio Geschirrspülmittel, Geromin GmbH, Baesweiler, Deutschland) der Menge 0,5 ml in die 5 l und 1,0 ml in die 10 l Eimer wurden die Eimer bis 2 cm unter dem oberen Rand mit Leitungswasser aufgefüllt, sodass die Grasproben den Boden nicht mehr berührten. Von Hand wurde das Gras aufgelockert, unter Wasser gedrückt und durchmischt. Bei Raumtemperatur standen die Eimer für 10–11 h, ohne bewegt zu werden. Anschließend wurde das Gras nach und nach vorsichtig und ohne den Bodensatz aufzuwirbeln in ein Küchensieb (Seiher, Art.-Nr. 1220, Gies GmbH & Co Kunststoffwerk KG, Niederaula, Deutschland) über einem neuen Eimer abgeschöpft. Mit insgesamt 4 l Leitungswasser wurde das Gras über dem Sieb nochmals gewaschen und dann 15 min zum Abtropfen stehen gelassen. Danach wurde das Gras zum Trocknen in Pappkartons auf die Heizung gelegt, um 30 Tage später gewogen zu werden. Das Sieb wurde mit frischem Wasser nachgespült. Der Inhalt der Eimer wurde durch ein Nudelsieb mit eingelegter Mullkompressen (Fuhrmann GmbH, Much, Deutschland) gesiebt und der Siebrückstand nach erneutem Nachspülen mit klarem Wasser zu den entsprechenden Grasproben zum Trocknen gelegt. Sechs Stunden lang standen die Eimer ohne bewegt zu werden, bevor der Überstand bis auf ca. 2 cm über dem Boden langsam abgesaugt wurde. Alle zu einer Probe gehörenden Eimer wurden in einem 5 l Eimer gepoolt, indem der Bodensatz resuspendiert, der Inhalt umgeschüttet und mit klarem Wasser nachgespült wurde. Nach erneuten sechs Stunden, in denen der Inhalt sedimentieren konnte, wurde dieser Vorgang wiederholt und die Probe in ein 400 ml Becherglas (Beaker, high form with spout, Cat. No. 21 116 41, DURAN Group GmbH, Wertheim/Main, Deutschland) umgefüllt. Das Glas wurde mit PBS-Puffer¹ aufgefüllt und bei 5–8 °C im Kühlschrank gelagert.

Nach erneutem sechsstündigem Sedimentieren, wurde der Überstand vorsichtig abgegossen und das Sediment in eine modifizierte Baermann Apparatur gegeben. Diese bestand aus einem Glastrichter (DURAN® Trichter mit kurzem Stiel, D 80 mm, DURAN Group GmbH, Wertheim/Main, Deutschland), der mit einem Silikonschlauch verlängert wurde, einer Klemme, die den Silikonschlauch verschloss und einem Teesieb, in das zwei zugeschnittene Mullbinden (aufgefaltete Mullkompressen, Fuhrmann GmbH, Much, Deutschland) übereinander eingelegt wurden. Der Becher wurde mit PBS-Puffer nachgespült, sodass der Trichter bis über das Sieb voll war. Nachdem noch ein Tropfen Detergenz (Tween® 20, Carl Roth GmbH + Co. KG,

¹ Herstellung der PBS-Lösung:

2,5 l *Stammlösung*: 19,50 g KH_2PO_4 , 171,25 g $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 389,25 g NaCl, auffüllen mit aq. dest. auf 2,5 l
10 l *Gebrauchslösung*: 500 ml Stammlösung + 9500 ml aq. dest.

Karlsruhe, Deutschland) hinzugegeben wurde, wurde die Proben 24 h stehen gelassen. Nach dieser Zeit wurde über den Silikonschlauch die Flüssigkeit in ein Becherglas abgelassen, die Mullbinde mit dem Siebrückstand entfernt und Teesieb und Trichter mit frischem PBS gespült. Sechs Stunden stand die so aufbereitete Probe im Kühlschrank, bis erneut der Überstand abgegossen und das Glas wieder zur Hälfte mit frischem PBS-Puffer aufgefüllt wurde. Bis zur Untersuchung lagerten die Proben im Kühlschrank, wobei einmal pro Woche die Pufferlösung durch vorsichtiges Abgießen des Überstandes und Wiederauffüllen erneuert wurde. Die Proben wurden im Schnitt ein Monat, längstens jedoch zwei Monate (an Besuch 1), nach der Entnahme untersucht.

2.3.3. Untersuchung und Auswertung der Proben

Das Probenvolumen wurde vor der Untersuchung verkleinert, indem der Überstand vorsichtig abgegossen, der Bodensatz aufgeschüttelt und die Probe unter Nachspülen mit PBS-Puffer in ein 50 ml Probenröhrchen (Art. Nr. 210261, Greiner Bio-One International GmbH, Kremsmünster, Österreich) umgefüllt wurde. Nach einer mindestens vierstündigen Sedimentation im Kühlschrank wurde der Überstand bis auf 10 ml abgesaugt und zweimal ein 1 ml Aliquot untersucht. Bei sehr verschmutzten Proben wurden viermal 0,5 ml Aliquot untersucht. Die Aliquote wurden während eines Mischvorgangs auf dem Vortex-Genie® (K-550-GE, Scientific Industries Inc., Bohemia, New York, USA) aus der Probe entnommen. Zur Untersuchung wurde das Aliquot auf einer Plastikplatte verteilt und zwei Tropfen Lugol'sche Lösung (Jod-Kaliumjodidlösung nach Lugol, Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) sowie ein Tropfen Detergenz (Tween® 20, Carl Roth GmbH + Co. KG, Karlsruhe, Deutschland) hinzugegeben. Bei 100facher Vergrößerung (Lichtmikroskop, Typ 020-441.010, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Deutschland) wurde das komplette Aliquot systematisch durchgesehen. Gezählt wurden sowohl die lebenden als auch die toten L III.

Die Ergebnisse wurden mit folgender Formel auf die Masse des getrockneten Grases (getr. Gras) umgerechnet:

$$\frac{\text{Larven}}{\text{kg getr. Gras}} = \frac{\text{gezählte L III} \times \text{Volumen der Probe [ml]}}{\text{untersuchte Probenmenge [ml]}} \times \frac{1000}{\text{Masse des getr. Grases [kg]}}$$

2.4. Blutproben

An Besuch 2 wurde von allen Ziegen im Rahmen der jährlichen CAE (Caprine Arthritis-Encephalitis)-Bestandsbeprobung eine Blutprobe zur Bestimmung des Hämatokrits

entnommen. Diese Beprobung fand in Betrieb 1 am 18. und in Betrieb 2 am 19.05. statt. Das verwendete BD Vacutainer® System bestand aus einer sterilen Kanüle (BD Vacutainer® PrecisionGlide™, 20G x 1,5“ (0,9 x 38 mm)) und einem EDTA-Röhrchen (BD Vacutainer® EDTA-Röhrchen, Becton, Dickinson and Company, Plymouth, UK). Das Blut wurde aus der gestauten Vena jugularis externa abgenommen. Die Bestimmung des Hämatokrits erfolgte mittels eines automatisierten Blutanalysegerätes (Sysmex pocH-100iV Diff, Sysmex Corporation, Kobe City, Japan) im Labor der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung in Oberschleißheim.

2.5. Milchleistungsprüfung

Die Ergebnisse der durch den Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e. V. organisierten Milchleistungsprüfungen (MLP) wurden für den Versuch zur Verfügung gestellt. Während der Laktation fanden monatlich – mit Ausnahme des Monats August – MLP statt (siehe Zeitstrahl im Anhang, IX.4). Das mobile Messgerät (LactoCorder®, WMB AG, Balgach, Schweiz) erfasste tierindividuell folgende Parameter: die Milchmenge in kg, prozentualer Fett-, Eiweiß- und Laktoseanteil, den Harnstoffgehalt und die Zellzahl.

2.6. Wetterdaten

Die Wetterdaten wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt und stammten von einer Wetterstation, in deren Umkreis (ca. 10 km) sich beide Betriebe befanden. Dort wurden unter anderem täglich die maximale, minimale und mittlere Lufttemperatur und die Niederschlagshöhe erfasst. Abgerufen wurden die Daten für die Jahre 2003 bis 2014. Mit Microsoft® Excel® 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) wurden aus diesen Daten Wetterdiagramme erstellt und die Jahre 2013-2014 mit den Durchschnittswerten aus den vorhergehenden zehn Jahren verglichen.

2.7. Statistik

Die Auswertung und Darstellung der Daten erfolgte mit den Programmen Microsoft® Excel® 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, USA) und IBM® SPSS® Statistics, Version 20 (International Business Machines Corporation, Armonk, USA). Die Erstellung des Modells zur Auswirkung der Entwurmung auf die Milchleistung erfolgte mit dem Programm R Version 3.2.2 (R Core Team, Wien, Österreich) bzw. RStudio Version 0.99.486 (RStudio Team, Boston, USA) unter Verwendung des Zusatzpaketes „mgcv“ (Version 1.8-7).

Untersuchungen zum Zusammenhang einzelner Parameter wurden bei metrisch skalierten Parametern mit einer zweiseitigen Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt; hierunter fielen die Laktationsnummer, Milchleistung, Hämatokrit und die Eiausscheidung. Waren einer oder beide der zu untersuchenden Parameter ordinal skaliert (TST-Score und dessen einzelne klinischen Parameter), so wurde eine zweiseitige Korrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt.

Zur Untersuchung der Unterschiede zwischen zwei Gruppen nicht-normalverteilter Variablen wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

Die Untersuchung der Aussagekraft des TST-Systems zur Vorhersage einer hohen Eiausscheidung wurde mit einer Receiver Operating Characteristic (ROC)-Analyse durchgeführt, welche die Sensitivität und Spezifität für verschiedene Cut-Off-Werte des TST-Scores berechnet. Diese Analyse wurde für folgende zwei Schwellenwerte der Eiausscheidung durchgeführt: $\text{EpG} \geq 500$ und $\text{EpG} > 1000$.

Um auf einen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Eiausscheidung zu untersuchen, wurden neben einer Korrelationsanalyse auch die 10 bzw. 25 % der Tiere mit der höchsten mit den 10 bzw. 25 % der Tieren mit der niedrigsten Milchleistungen verglichen. Die Einteilung der Ziegen in eine der beiden Gruppen erfolgte einmalig anhand von den Daten der MLP im März (= erste MLP, an der Daten vom Großteil der Tiere beider Herden vorlagen).

Der Einfluss einer Entwurmung auf die Milchleistung wurde mit einem generalisierten additiven gemischten Modell (generalised additive mixed model; GAMM) mit Random Intercept und Random Slope je Ziege für jeden Betrieb separat durchgeführt. Für diese Analyse wurden Ziegen, von denen Daten aus nur einer Milchleistungsprüfung vorlagen, ausgeschlossen. Als feste Einflussgrößen dienten der Tag seit Ablammung und die Entwurmung (ja/nein) sowie deren Wechselwirkung (Interaktion). Der Einfluss der Jahreszeit wurde über einen so genannten „glatten“ (additiven) Effekt des Monats modelliert.

Das Signifikanzniveau wurde für alle Untersuchungen wie folgt festgelegt: $p\text{-Wert} \leq 0,05$ = signifikant und $p\text{-Wert} \leq 0,01$ = hoch signifikant.

Ist bei den Auswertungen von der Eiausscheidung die Rede, so ist die Anzahl an ausgeschiedenen Eiern von Magen-Darm-Strongyliden gemeint, es sei denn es wird

explizit eine andere Nematodenspezies erwähnt. Für die Auswertung der Eiausscheidung im Verlauf der Saison wurden nur die nicht entwurmtten Tiere hinzugezogen. Bei Analysen zur Überprüfung eines Zusammenhangs mit der Eiausscheidung wurden die Tiere ab dem Besuch nach ihrer Entwurmung ausgeschlossen.

IV. ERGEBNISSE

1. Wetterdaten

Die aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes erstellten Diagramme finden sich in Abbildung IV-1 und IV-2. Im Vergleich zu den Mittelwerten der Jahre 2003-2014 war vor allem der niederschlagsreiche Herbst 2013, die relativ trockenen Monate März und Juni 2014 und die hohe Niederschlagsmenge im Juli 2014 auffällig. Der Temperaturverlauf ähnelte dem der letzten Jahre. Die Temperatur lag 2014 im Jahresmittel bei 11,87 °C und es regnete 904 mm.

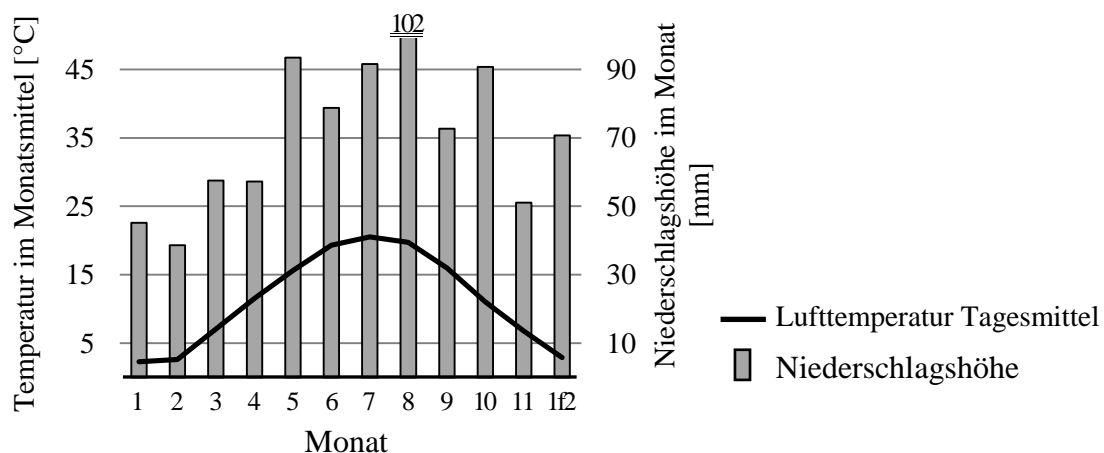


Abbildung IV-1: Wetterdiagramm der Mittelwerte der Jahre 2003–2014
(Datenbasis: Deutscher Wetterdienst)

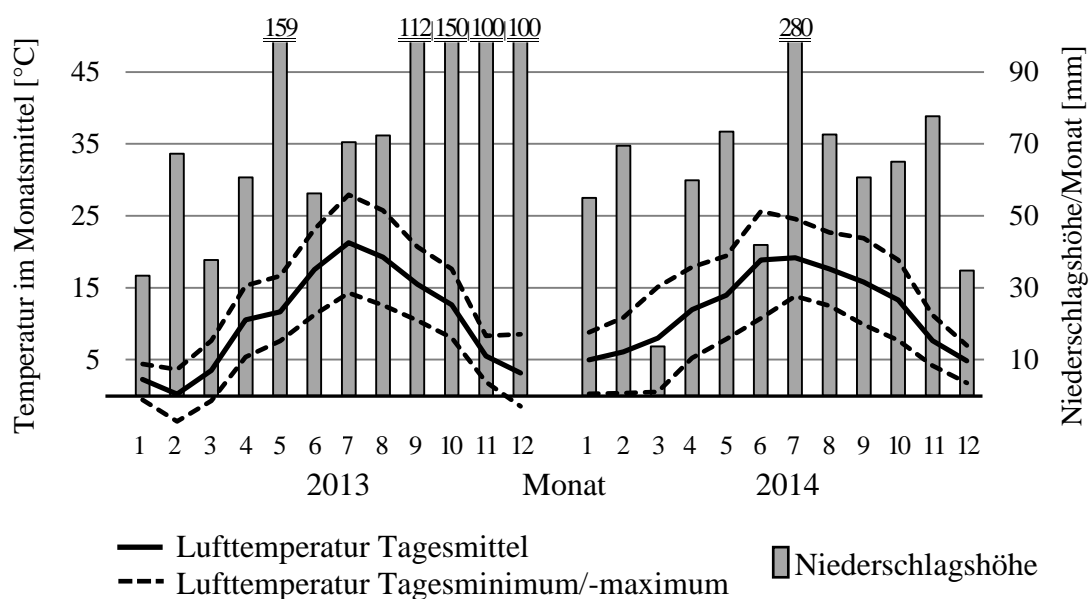


Abbildung IV-2: Wetterdiagramm für die Jahre 2013 und 2014

Mittelwerte der Lufttemperatur und Summe des Niederschlagshöhe des jeweiligen Monats (Datenbasis: Deutscher Wetterdienst)

2. Leistungsdaten der Herden im Versuchsjahr

2.1. Laktationsnummer und Ablammungen

In Tabelle IV-1 ist die Anzahl der insgesamt über den Versuchszeitraum untersuchten Ziegen aufgeteilt nach Laktationsnummer dargestellt; die Jungziegen, die noch nicht in der Milchleistungsprüfung (MLP) gemeldet waren erhielten die Laktationsnummer 0.

Tabelle IV-1: Verteilung der Laktationsnummern bei den Ziegen der zwei Studienbetriebe (B 1 und B 2)

n = Anzahl der Tiere und deren prozentualer Anteil (%) an allen Tieren; von einer Ziege lagen keine Angaben zur Laktationsnummer vor (k. A.); Ges. = Summe der Werte

		Laktationsnummer												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	k. A.	Ges.
B 1	n	23	3	33	9	15	13	21	21	6	0	0	1	145
	%	15,9	2,1	22,8	6,2	10,3	9,0	14,5	14,5	4,1	0,0	0,0	0,7	100
B 2	n	12	33	30	46	14	14	21	14	26	10	8	–	228
	%	5,3	14,5	13,2	20,2	6,1	6,1	9,2	6,1	11,4	4,4	3,5	–	100

Die in der MLP gemeldeten 121 Tiere in **Betrieb 1** hatten im Versuchsjahr (2014) im Schnitt ein Laktationsalter von rund 4,5 Laktationen (Standardabweichung (SD): 2,09). Nicht in diesem Mittelwert erfasst ist eine Ziege, von der keine Daten zum Laktationsjahr vorlagen, sowie die 23 Jungziegen, von denen nur ein Teil (laut Angaben des Betriebsleiters ca. 15 Tiere) im Juli 2014 gelammt hatte, und die noch nicht in der MLP angemeldet waren. Die erste Ablammung der Saison war am 29.12.2013, die letzte am 10.05.2014; die meisten Geburten fanden in den ersten beiden Wochen (Woche 1: 29,0 %, Woche 2: 40,7 %) der Lammsaison statt (Tabelle IV-2). Bei den Ablammungen wurden im Schnitt 1,45 Ziegenlämmer (SD: 0,53) geboren.

Tabelle IV-2: Zeitpunkt der Ablammung bei den Ziegen der zwei Studienbetriebe

Anzahl Ziegen pro Woche in der Ablammzeit, beginnend mit Tag der ersten Ablammung (Betrieb 1 am 29.12.2013; Betrieb 2 am 05.01.2014)

	Woche													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	> 12	
Betrieb 1	42	59	–	7	1	–	–	1	–	1	–	–	4	
Betrieb 2	18	83	9	9	35	8	12	16	8	–	2	–	11	

Die Tiere auf **Betrieb 2** hatten 2014 im Schnitt ein Laktationsalter von rund 4,4 Laktationen (SD: 2,73); zusätzlich waren 12 Jungtiere in der Herde, die noch nicht gelammt

hatten. Die erste Ziege lammte am 05.01.2014, die letzte am 03.05.2014; die meisten Ablammungen fanden in der Woche 2 mit 36,4 % und in der Woche 5 mit 15,4 % statt (Tabelle IV-2). Im Schnitt gebar eine Ziege 1,75 Ziegenlämmer (SD = 0,60).

2.2. Milchleistung

Nicht alle milchliefernden Tiere wurden laut Angaben der Betriebsleiter in der MLP erfasst. So wurden Tiere mit sehr niedrigen Milchleistungen nicht bei der MLP untersucht, um die Kosten für die einzelnen Prüfungen zu sparen; aus Kostengründen fehlten bei Betrieb 1 auch die Erstlaktierenden, die erst später im Jahr gelammt hatten. Von manchen Tieren fehlten vereinzelt Prüfdaten, wenn diese bei einer MLP übersehen worden waren. Für die Auswertung der Milchleistung im Verlauf der Laktation wurden Ziegen mit weniger als drei MLP im Untersuchungsjahr ausgeschlossen. Darunter fielen bei Betrieb 1 fünf Ziegen mit Leistungsdaten von nur einer Prüfung und bei Betrieb 2 zwei Ziegen mit nur einer MLP. In die Auswertung wurden somit die Daten von 113 Tieren bei Betrieb 1 und 208 Tieren bei Betrieb 2 aufgenommen. Die fehlenden Prüftage und der Abgang von einzelnen Tieren (Abgangsursache in Tabelle III-1) ergaben die in Tabelle IV-3 dargestellten Anzahlen ausgewerteter Milchproben pro Prüftermin.

Tabelle IV-3: Anzahl ausgewerteter Ziegen pro Milchleistungsprüfung

Es wurden nur Ziegen berücksichtigt, von denen ≥ 3 Milchleistungsdaten vorlagen

	Milchleistungsprüfung								
	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Sept.	Okt.
Betrieb 1	99	107	104	107	110	111	111	109	109
Betrieb 2	-	154	194	202	207	205	200	195	180

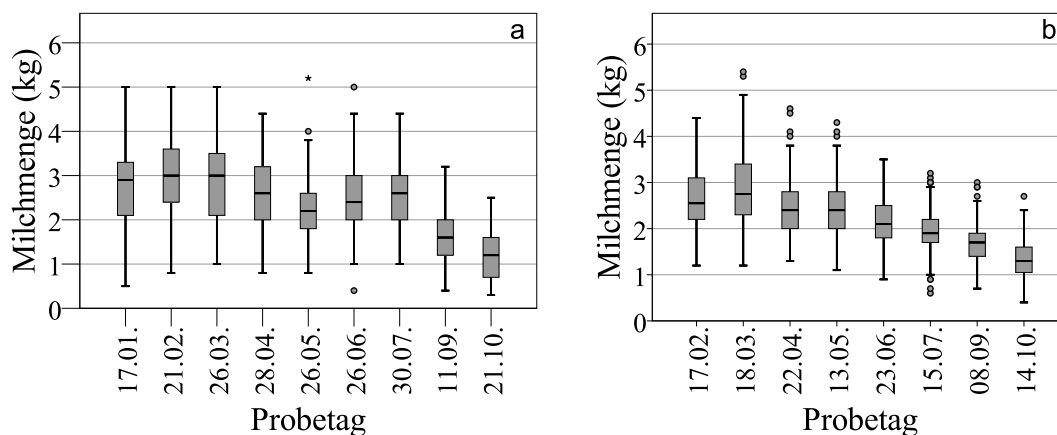


Abbildung IV-3: Ergebnisse der einzelnen Milchleistungsprüfungen (MLP) der beiden Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2

2.3. Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung

Um den Zusammenhang zwischen den Parametern Milchleistung und Laktationsnummer zu untersuchen, wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt. Da die Tiere zu unterschiedlichen Zeitpunkten lammten (Tabelle IV-2), wurden die Tiere für die Analyse anhand der Woche ihrer Ablammung gruppiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchung finden sich in Tabelle IX-5 und IX-6 im Anhang. Bei **Betrieb 1** fand sich ein signifikanter Zusammenhang bei den Ziegen, die in den ersten beiden Wochen der Lammsaison gelammt hatten und den Großteil der Herde ausmachten. Hierbei gaben ältere Tiere eher mehr Milch als jüngere Tiere. Die Korrelationen waren zu Beginn bzw. Mitte der Laktation am höchsten mit Korrelationskoeffizienten von bis zu 0,518. Bei den Tieren, die in einer späteren Woche lammten, wurde kein signifikanter Zusammenhang der beiden Parameter festgestellt, allerdings war hier die Anzahl der ausgewerteten Datenpaare sehr gering (Tabelle IX-5). Bei **Betrieb 2** waren signifikante, positive Korrelationen zwischen der Milchleistung und der Laktationsnummer nur zwischen den Tieren feststellbar, die in der siebten und neunten Woche der Ablammzeit gelammt hatten. Beim Großteil der Herde bestand hingegen kein signifikanter Zusammenhang (Tabelle IX-6).

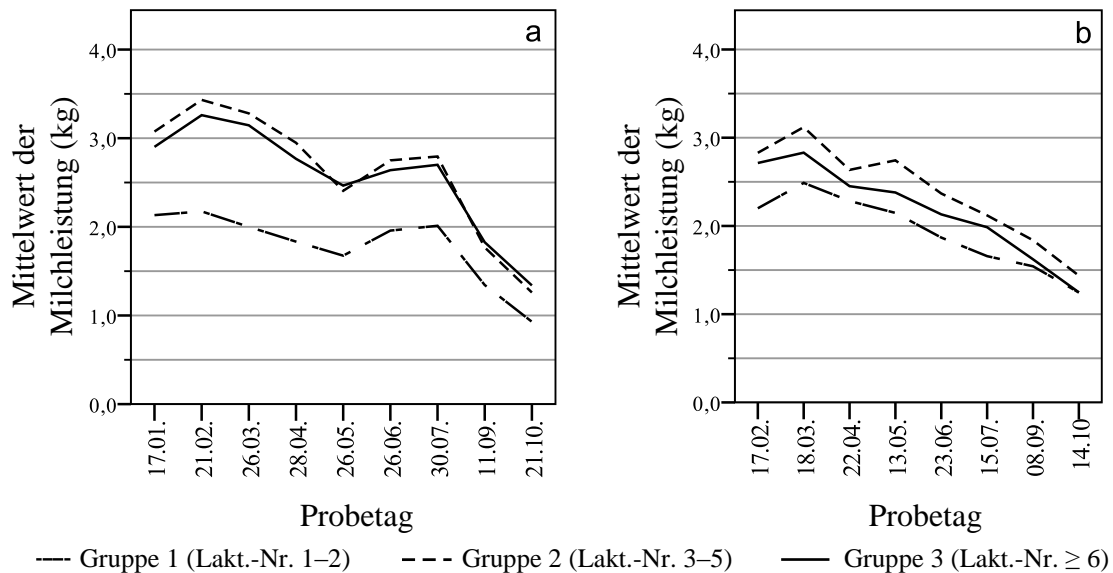


Abbildung IV-4: Milchleistung der Ziegen in den beiden Studienbetrieben (a = Betrieb 1, b = Betrieb 2) nach Laktationsnummer (Lakt.-Nr.)-Gruppe

Anzahl Tiere mit Milchleistungsdaten pro Gruppe:

Betrieb 1: Gruppe 1 = 33, Gruppe 2 = 32, Gruppe 3 = 48

Betrieb 2: Gruppe 1 = 61, Gruppe 2 = 74, Gruppe 3 = 73

Für die grafische Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Laktationsnummer und der Milchleistung wurden die Tiere wie folgt nach ihrer Laktationsnummer (Lakt.-Nr.)

gruppiert: Gruppe 1 = Lakt.-Nr. 1–2, Gruppe 2 = Lakt.-Nr. 3–5 und Gruppe 3 = Lakt.-Nr. ≥ 6 (Abbildung IV-4). Es wurde der Übersichtlichkeit halber nicht mehr nach dem Datum der Ablammung unterschieden. Mittels Mann-Whitney-U-Test wurden die Milchleistungen der einzelnen Gruppen untereinander verglichen (Signifikanzniveau: 0,05). Bei **Betrieb 1** gaben die Tiere in ihrer ersten bzw. zweiten Laktation (Gruppe 1) über alle Prüftage hinweg signifikant weniger Milch als die beiden anderen Gruppen, welche sich untereinander nicht signifikant voneinander unterschieden. Bei **Betrieb 2** gab Gruppe 1 nur im Vergleich zu Gruppe 2 über die gesamte Laktation signifikant weniger Milch. Tiere mit einer Lakt.-Nr. von ≥ 6 (Gruppe 3) unterschieden sich an Termin 3, 5 und 6 signifikant von den beiden anderen Gruppen, an Termin 2 und 7 gab es einen signifikanten Unterschied zu Gruppe 1 und an Termin 9 und 10 zu Gruppe 2.

3. Parasitenbelastung der Herde

3.1. Gastrointestinale Nematoden

3.1.1. Magen-Darm-Strongyliden

3.1.1.1. Eiausscheidung

Für die Berechnung der mittleren Eiausscheidung der Herden wurden alle Kotproben von den Tieren mit einbezogen, die im Verlauf des Versuches nicht entwurmt wurden. An Besuch 1, 2 und 6 wurden dabei alle Tiere beprobt, an den restlichen Besuchen hingegen nur die zuvor markierten Tiere (Kapitel III.2.2), daraus ergaben sich die in Tabelle IV-4 aufgeführten Probenanzahlen. Als Repräsentanten der Herde wurden die Tiere bezeichnet, bei denen es gelang, Kotproben an mindestens fünf der Besuche zu gewinnen. Nach dieser Definition gab es 33 Repräsentanten in Betrieb 1 und 37 Repräsentanten in Betrieb 2. Mittels Mann-Whitney-U-Test wurde die Vergleichbarkeit der Repräsentanten zur restlichen, nicht entwurmtten Herde untersucht. Bis auf Besuch 1 und 5 bei Betrieb 1 ergab der Test, dass die Verteilung der Eiausscheidung über beide Gruppen gleich war ($p\text{-Wert } (p) \leq 0,05$); bei Betrieb 1 wurde an Besuch 1 die Nullhypothese mit einer Signifikanz von 0,022 abgelehnt und an Besuch 5 war eine Berechnung nicht möglich, da hier keine anderen Tiere außer der Repräsentanten beprobt wurden.

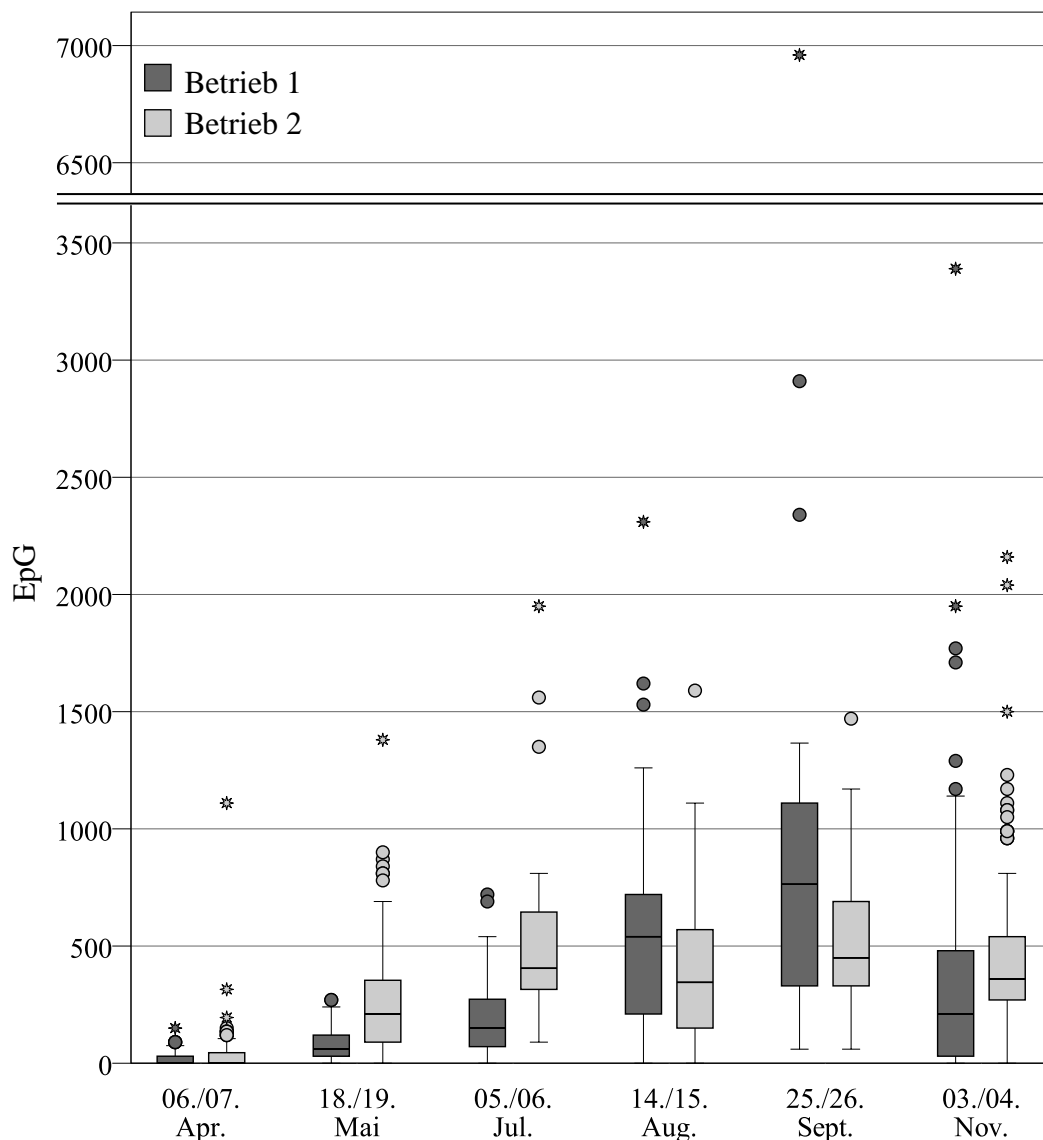


Abbildung IV-5: Entwicklung der Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) der Milchziegen beider Studienbetriebe
(Darstellung der Eiausscheidung der nicht entwurmtten Tiere)

Die Verteilung der einzelnen gemessenen Eizahlen ist in Abbildung IV-5 mittels Boxplots dargestellt. Die mittlere Eiausscheidung stieg bei den untersuchten Tieren im Verlauf der Weidesaison bis zur höchsten mittleren Eiausscheidung im September (Betrieb 1: 1004 EpG, Betrieb 2: 546 EpG) an und fiel dann im November v. a. bei Betrieb 1 wieder ab (Tabelle IV-4). An Besuch 1 schieden 28,6 % (Betrieb 1) bzw. 44,6 % (Betrieb 2) der untersuchten Tiere GIN-Eier aus; der Anteil Eier ausscheidender Tiere stieg im weiteren Verlauf rasch an und erreichte Werte von bis zu 100 % (Tabelle IV-4). Die Eiausscheidung war pro Betrieb und Besuch positiv schief verteilt. Innerhalb einer Herde variierte die Eiausscheidung von Tier zu Tier mit einer Spannweite von bis zu 6900 EpG (bei Betrieb 1 an Besuch 5) bzw. 2160 EpG (bei Betrieb 2 an Besuch 6).

Tabelle IV-4: Ausscheidung von Eiern gastrointestinaler Strongyliden im Kot der Milchziegen beider Studienbetriebe im Verlauf des Versuches

n = Anzahl an untersuchten Kotproben, Max = höchster und Min = niedrigster gemessener Wert, MW = Mittelwert der Eiausscheidungen pro Gramm Kot, SD = Standardabweichung, Ausscheider = Anteil der Tiere, die Eier im Kot ausscheiden

		Betriebsbesuch ^a					
		1	2	3	4	5	6
		06./07. Apr.	18./19. Mai	05./06. Jul.	14./15. Aug.	25./26. Sept.	03./04. Nov.
Betrieb 1	n	98	102	35	37	33	99
	Min (EpG)	0	0	0	0	60	0
	Max (EpG)	150	270	720	2310	6960	3390
	MW (EpG)	15,0	74,7	202,2	580,2	1004,0	377,0
	SD (EpG)	28,6	66,1	182,8	494,0	1228,1	508,1
	Ausscheider (%)	28,6	80,4	94,3	97,3	100	91,9
Betrieb 2	n	186	174	36	44	41	157
	Min (EpG)	0	0	90	0	60	0
	Max (EpG)	1110	1380	1950	1590	1470	2160
	MW (EpG)	33,1	244,9	524,2	400,0	545,9	453,2
	SD (EpG)	90,0	214,2	392,1	308,3	323,5	327,2
	Ausscheider (%)	44,6	92,0	100	97,7	100	99,4

^a Auswertung der beprobten Tiere, die im Versuchszeitraum nicht entwurmt wurden

Für die Abschätzung des Schweregrades der Verwurmung anhand der Eiausscheidung wurde eine Kategorisierung der Ergebnisse vorgenommen: < 500 EpG = geringgradig, 500–1000 EpG = mittelgradig und > 1000 EpG = hochgradig (MENZIES, 2012). Nach dieser Einteilung waren im Monat mit der höchsten mittleren Eiausscheidung (September) auf Betrieb 1 30,3 % der Tier geringgradig, 39,4 % mittelgradig und 30,3 % hochgradig verwurmt; auf Betrieb 2 litten deutlich weniger Tiere (4,9 %) an einer hochgradigen Verwurmung, 51,2 % waren geringgradig und 43,9 % mittelgradig verwurmt. Die Verteilung der Kategorien an allen Besuchen ist in Abbildung IV-6 grafisch dargestellt.

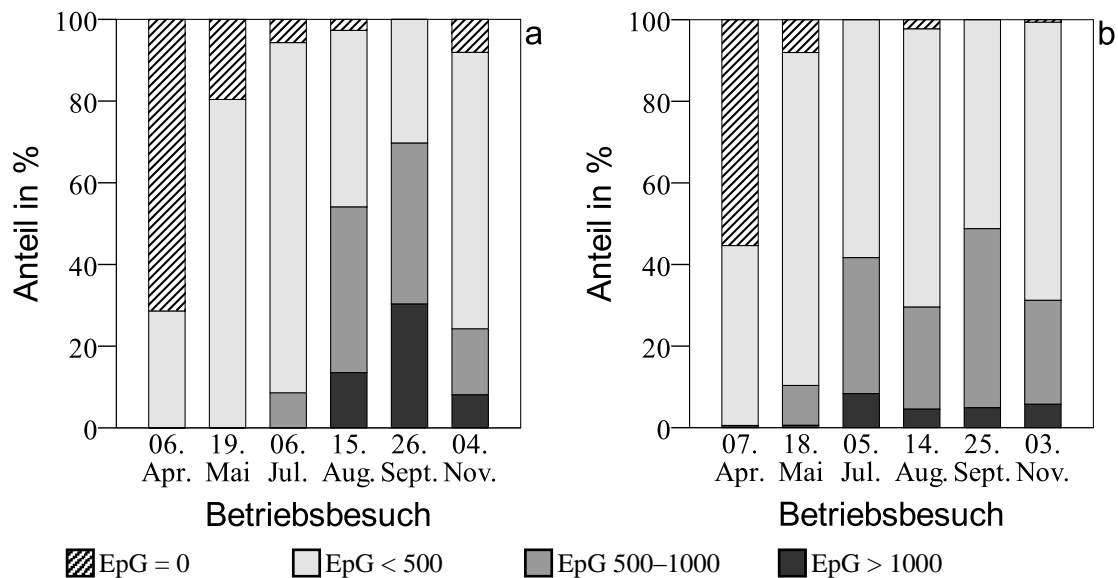


Abbildung IV-6: Kategorisierung der Eiausscheidung von gastrointestinalen Strongyliden-Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) der Milchziegen beider Studienbetriebe über den Versuchszeitraum
(a = Betrieb 1, b = Betrieb 2)

3.1.1.2. Speziesdifferenzierung

Anhand der Morphologie der Eier wurde der Anteil von *Nematodirus* spp. an den ausgezählten Eiern ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV-5 dargestellt. Der höchste ermittelte Anteil ausscheidender Tiere war 2,0 % in Betrieb 1 und 16,7 % in Betrieb 2, wobei die höchste gefundene Eiausscheidung bei 90 EpG lag.

Tabelle IV-5: Vorkommen von *Nematodirus* spp. Eiern im Kot der Milchziegen beider Studienbetriebe

Ausscheider = Anteil der Tiere mit Eiausscheidung, Min–Max = niedrigste und höchste individuelle Eiausscheidung, Nem/MDS = Anteil der *Nematodirus*-Eier an allen Magen-Darm-Strongyliden-Eiern

		Betriebsbesuch ^a					
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.
Betrieb 1	Ausscheider (%)	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Min–Max (EpG)	–	0–30	–	–	–	–
	Nem/MDS (%)	–	0,79	–	–	–	–
Betrieb 2	Ausscheider (%)	1,1	14,4	16,7	4,5	2,4	5,1
	Min–Max (EpG)	0–30	0–90	0–60	0–30	0–30	0–60
	Nem/MDS (%)	0,98	2,31	1,25	0,34	0,13	0,42

^a Auswertung der beprobten Tiere, die im Versuchszeitraum nicht entwurmt wurden (Fallzahlen in Tabelle IV-4)

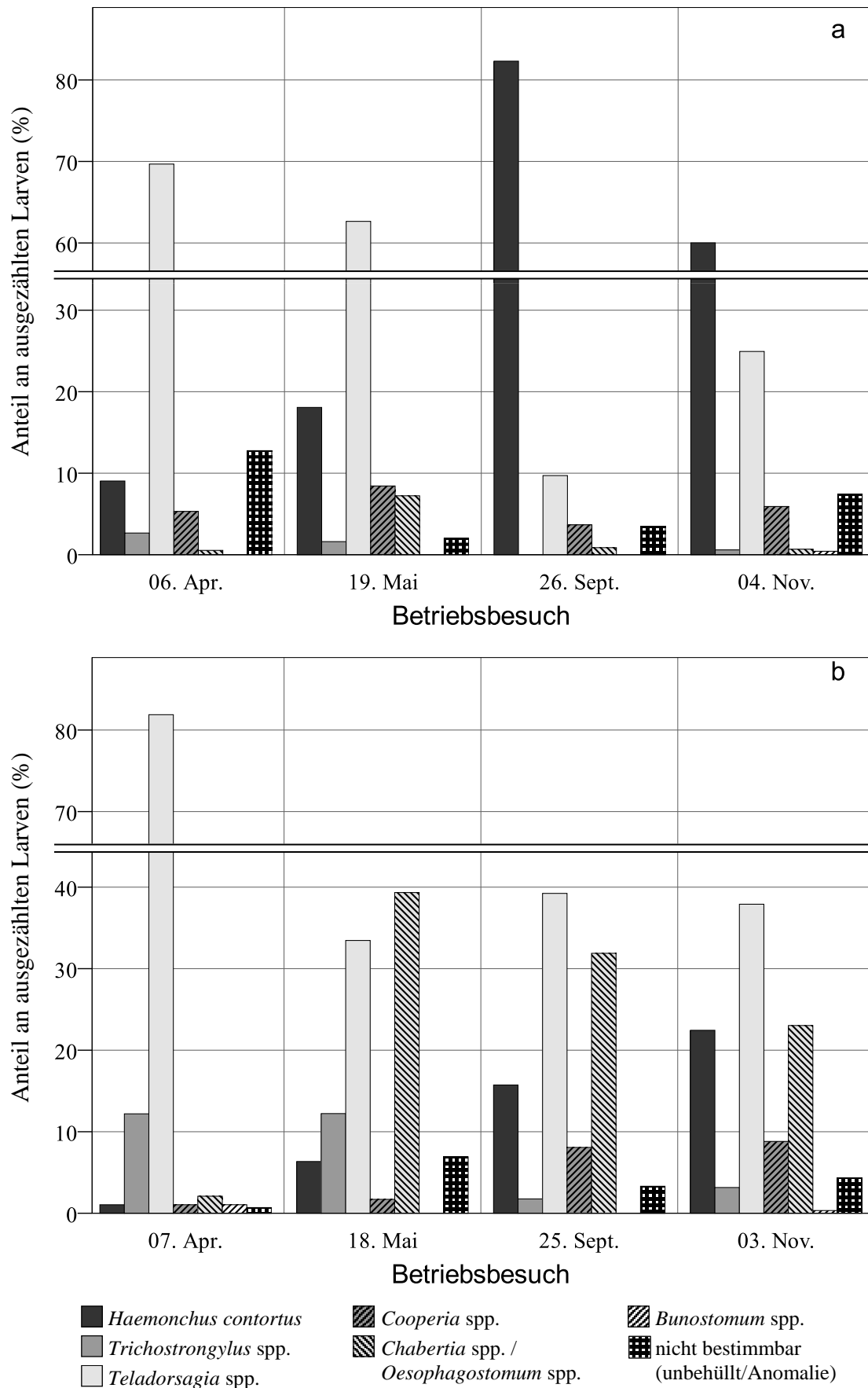


Abbildung IV-7: Ergebnisse der Larvendifferenzierung gastrointestinaler Nematoden bei den Milchziegen beider Studienbetriebe
 a = Betrieb 1, b = Betrieb 2

Zur Differenzierung der anderen Magen-Darm-Strongyliden wurde an den Besuchen 1, 2, 5 und 6 aus Sammelkotproben Larvenkulturen mit anschließender Auswanderung und Bestimmung der L III durchgeführt. In Abbildung IV-7 sind die Anteile der einzelnen Spezies/Gattungen an allen ausgezählten Larven grafisch dargestellt; die zugehörigen Werte und die Anzahl insgesamt ausgezählter Larven finden sich in Tabelle IX-7 im Anhang.

Zu Versuchsbeginn lag der Anteil von *Haemonchus contortus* an den ausgezählten Larven bei Betrieb 1 bei 9,0 % und bei Betrieb 2 bei 1,0 %; im weiteren Verlauf stieg der Anteil bei beiden Studienbetrieben an und erreichte Höchstwerte von 82,3 % (Betrieb 1 im September) bzw. 22,4 % (Betrieb 2 im November). Obwohl VAN WYK and MAYHEW (2013) verschiedene Merkmale zur Unterscheidung der morphologisch sehr ähnlichen Larven von *Chabertia* spp. und *Oesophagostomum* spp. beschrieben haben, konnten diese beide Gattungen nicht in allen Fällen eindeutig voneinander unterschieden werden. In der Tabelle IX-7 und der Abbildung IV-7 wurden sie daher zusammengefasst. Insgesamt wurden bei Betrieb 1 35 Larven den beiden Gattungen zugeordnet, davon konnten 68,6 % eindeutig als *Chabertia* spp. und 2,9 % als *Oesophagostomum* spp. identifiziert werden; bei Betrieb 2 wurden insgesamt 1006 Larven den beiden Gattungen zugeordnet, wovon 59,9 % *Chabertia* spp. und 16,1 % *Oesophagostomum* spp. waren – die übrigen Larven konnten nicht eindeutig einer der beiden Gattungen zugeordnet werden. Einige Larven (insg. 308) konnten nicht differenziert werden, da sie entweder keine Larvenhülle (96,4 %) oder eine Anomalie am Schwanzende (3,6 %) hatten.

Zusätzlich wurde an Besuch 6 pro Betrieb eine Sammelkotprobe mittels *Haemonchus*-Färbung nach JURASEK et al. (2010) untersucht. Bei Betrieb 1 waren nach der Färbung 67,3 % der gezählten 171 Eier *Haemonchus contortus*, bei Betrieb 2 waren es 59,0 % der 61 gezählten Eier.

3.1.2. Weitere gastrointestinale Nematoden

Bei der Auswertung von *Strongyloides* (*S.*) *papillosus*, *Trichuris* spp., *Capillaria* spp. und *Skrjabinema* spp. wurden ebenso wie bei den anderen GIN nur die über den Versuchszeitraum nicht entwurmtten Tiere hinzugezogen. Die Differenzierung erfolgte über die Eimorphologie während des McMaster-Verfahrens.

Eier von *S. papillosus* wurden beim ersten Betriebsbesuch in 0 % (Betrieb 1) bzw. 3,8 % (Betrieb 2) der Tiere gefunden; im Verlauf des Versuches stieg die Prävalenz in

beiden Betrieben, wodurch im November 26,3 % (Betrieb 1) bzw. 45,2 % (Betrieb 2) der Tiere Eier ausschieden (Tabelle IV-6). Die höchsten ermittelten Eizahlen pro Gramm Kot waren 240 bei Betrieb 1 und 840 bei Betrieb 2. Da *S. papillosus* Eier sehr schnell nach der Probenentnahme schlüpfen können und so der EpG-Wert beeinflusst wird, wurde von einer Ermittlung der Mittelwerte abgesehen.

Tabelle IV-6: Vorkommen von *Strongyloides papillosus* Eiern im Kot der Milchziegen beider Studienbetriebe

Ausscheider = Anteil der Tiere mit Eiausscheidung, Max = maximale Eizahl pro Gramm Kot

	Betriebsbesuch ^a					
	1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.
Betrieb P (%)	0,00	12,7	17,1	10,8	18,2	26,3
1 Max (EpG)	0	120	30	150	150	240
Betrieb P (%)	3,8	16,1	25,0	40,9	46,3	45,2
2 Max (EpG)	480	270	270	270	840	750

^a Auswertung der beprobten Tiere, die im Versuchszeitraum nicht entwurmt wurden, Fallzahlen siehe Tabelle IV-4

Trichuris spp. wurde mittels Eidifferenzierung bei beiden Betrieben ausschließlich an Besuch 2 bei jeweils einer Ziege nachgewiesen; die Prävalenz von *Trichuris* spp. lag demnach an diesem Besuch bei 0,98 % (Betrieb 1) bzw. 0,57 % (Betrieb 2) der Tiere. Die Eiausscheidung betrug bei beiden positiven Ziegen 30 EpG. Eier von *Capillaria* spp. wurden nicht gefunden.

Skrjabinema spp. Eier wurden über die einzelnen Versuchszeitpunkte mit einer Prävalenz zwischen 45,7–64,9 % bei Betrieb 1 bzw. 11,1–31,7 % bei Betrieb 2 ausgeschieden.

3.2. Bandwürmer

An Besuch 6 wurde das Vorkommen von Eiern der Gattung *Moniezia* während der Eizählungen notiert. Hieraus ergaben sich Prävalenzen von 5,1 % (Betrieb 1) und 17,8 % (Betrieb 2) der nicht entwurmtten Tiere.

3.3. Leberegel

Ebenfalls an Besuch 6 wurden pro Betrieb fünf Sammelkotproben mit dem Sedimentationsverfahren nach BENEDEK auf das Vorkommen von Leberegeln untersucht. Bei keiner der Proben wurden Eier des Kleinen bzw. des Großen Leberegels gefunden.

3.4. Kokzidien

Bei der Auszählung der GIN-Eier wurde auch das Vorkommen von Kokzidien-Oozysten notiert. Der Anteil ausscheidender Tiere schwankte hierbei zwischen 94,3–100,0 % (Betrieb 1) bzw. 93,0–100,0% (Betrieb 2) der nicht-entwurmten Tiere. Da die Belastung der Tiere mit Kokzidien nebensächlich für die vorliegende Studie war, wurde die Oozysten-Ausscheidung nicht quantitativ bestimmt und keine weiteren Auswertungen zur Belastung der Tiere mit Kokzidien durchgeführt.

3.5. Lungenwürmer

In beiden Betrieben wurden an allen Probeterminen, an denen Auswanderungsverfahren durchgeführt wurden, *Muellerius capillaris*-Larven gefunden.

4. Weidebelastung mit infektiösen GIN-Larven

Die auf den verschiedenen Weideflächen gefundene Anzahl an L III ist in Abbildung IV-8 dargestellt. Ein Vergleich der nicht-befahrbaren (1a, 1b und 1c) mit den befahrbaren Flächen (2a und 2b) an den einzelnen Besuchen ergab keine signifikanten Unterschiede im Vorkommen infektiöser Larven auf der Weide (Mann-Whitney-U-Test: Betrieb 1: $p = 0,328$; Betrieb 2: $p = 0,917$). Zu Versuchsbeginn waren keine bzw. kaum infektiöse Larven in den Weideproben gefunden worden, ab Besuch 3 wurden v. a. bei Betrieb 2 häufiger und mehr Larven in den Proben gezählt.

Die bei der Beprobung der Weiden erhobenen Parameter (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wuchshöhe und Feuchtigkeitsgrad der Pflanzen), das Gewicht der Proben (frisch und getrocknet) und Anmerkungen zu den Proben finden sich im Anhang in Tabelle IX-8 und IX-9. Trotz größter Sorgfalt bei der Probenentnahme gab es vereinzelt Proben, die geringgradig mit Erde verunreinigt waren. Dies führte zu einer schlechteren Beurteilbarkeit der Proben unter dem Mikroskop; betroffen waren folgende Proben:

- Betrieb 1: 1a (Mai), 1b und 2a (August), 2a (September)
- Betrieb 2: 1a und 2b (August), 1c (September), 2b (November)

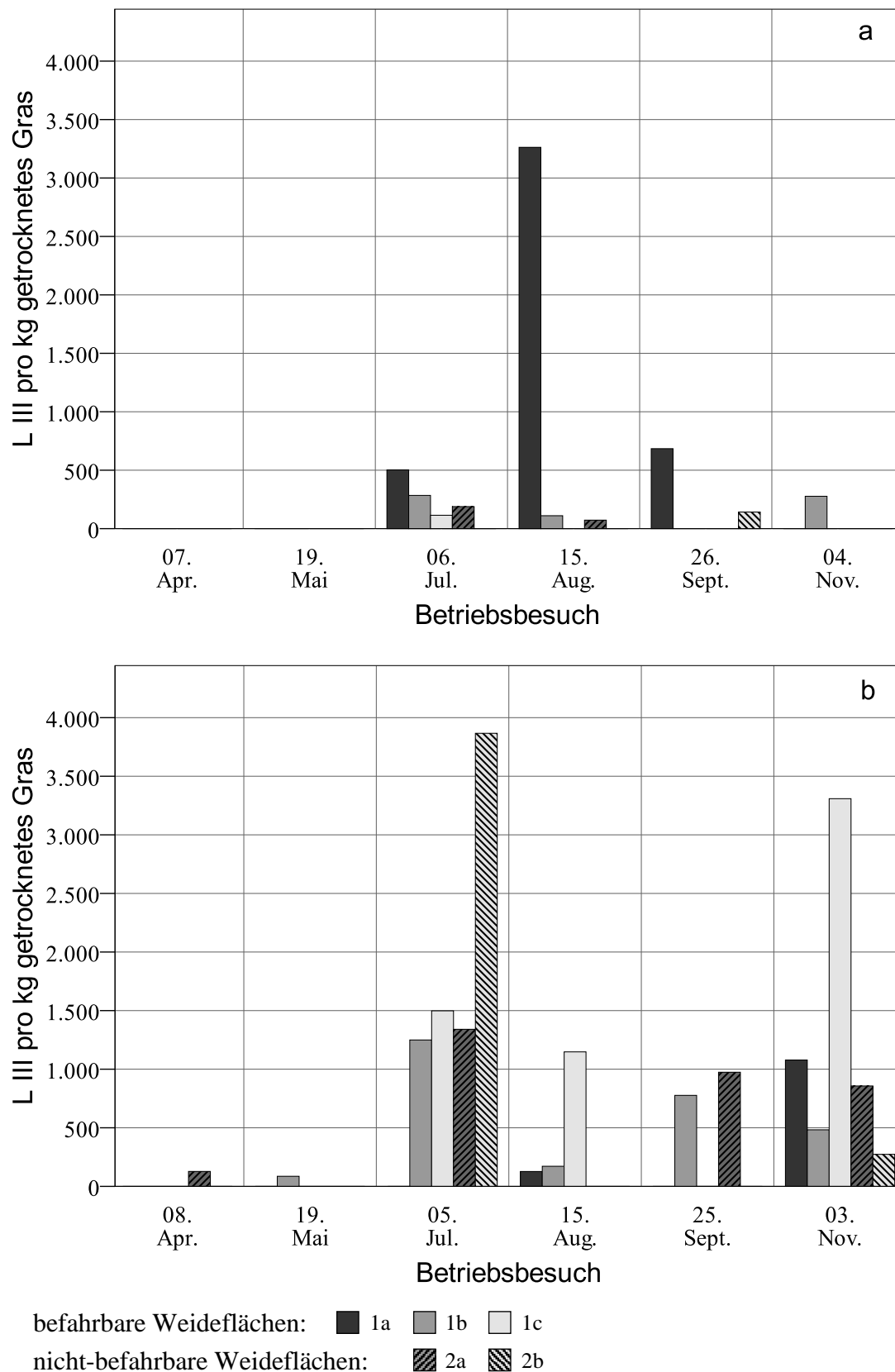


Abbildung IV-8: Anzahl infektiöser Larven (LIII) pro kg getrocknetem Gras der Weiden beider Milchziegenbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2

5. Das TST-System

5.1. Anwendung des TST-Scores

Bei der Anwendung des TST-Scores erwies es sich als praktisch, die Parameter bei allen Ziegen in derselben Reihenfolge zu untersuchen. Dabei wurde am Kopf der Ziege mit der Beurteilung der Farbe der Augenschleimhaut begonnen, gefolgt von der Beurteilung der Körperkondition mittels Palpation des Brustbeins und der Wirbelsäule. Zuletzt kam die Untersuchung des Kotes, was mit der Entnahme von Kotproben kombiniert wurde. Wurden keine Kotproben entnommen, so wurde – sofern die Ziege nicht frisch gekotet hatte – rektal die Kotkonsistenz ertastet. Im Versuch wurde zusätzlich am Ende der Untersuchungen die Scheidenschleimhaut beurteilt. Bei Betrieb 1 wurden die Untersuchungen im Melkstand durchgeführt, wo die Tiere mit dem Kopf im Fanggitter fixiert waren und somit der Kopf nicht von der Melkgrube aus beurteilbar war (Abbildung IV-9). Hier wurde zuerst die Schleimhautfarbe am Kopf aller nebeneinander stehenden Tiere untersucht; die weiteren Untersuchungen erfolgten dann Tier für Tier von der Melkseite aus.



Abbildung IV-9: Aufbau des Melkstandes (a) und Untersuchung der Farbe der Scheidenschleimhaut (b) bei den Milchziegen auf Betrieb 1

Die Untersuchung der Farbe der Schleimhäute wurde über den gesamten Versuchszeitraum immer mit der FAMACHA[®]-Karte durchgeführt. Wechselnde Lichtverhältnisse erschwerten hierbei die Einteilung in Kategorien; so war die Schleimhaut bei direkter Lichteinstrahlung oft um eine ganze Kategorie heller als bei schattigeren Verhältnissen – obwohl beide Male die Karte im direkten Vergleich vor die Schleimhaut gehalten wurde. Aus diesem Grund wurde auf möglichst gleichbleibende Lichtverhältnisse bei der Untersuchung geachtet. In manchen Fällen war das Zuordnen der Schleimhautfarbe zu einem der Scores auf der grob eingeteilten Farbskala schwierig, da

die Farbe zwischen zwei Kategorien lag; in diesen Fällen wurde die Kategorie gewählt, die der Schleimhaut am nächsten zu kommen schien. Bei der Beurteilung der Augenschleimhaut fielen gelegentlich Veränderungen am Auge der Tiere auf, wobei dann auf die Schleimhaut des nicht veränderten Auges zurückgegriffen wurde. Der Fall, dass beide Augen eines Tieres verändert waren, kam über den gesamten Versuchszeitraum sieben Mal vor: Auf Betrieb 1 hatten zwei Tiere beim zweiten Besuch petechiale Blutungen auf beiden Konjunktiven; auf Betrieb 2 hatten insgesamt fünf Tiere eine eitrige Entzündung beider Augen (je zwei Tiere an den Besuchen 2 und 4 und ein Tier an Besuch 6). Die Veränderungen an beiden Augen machten bei Betrieb 1 0,2 % und bei Betrieb 2 0,4 % aller untersuchten Fälle aus. Bei der Untersuchung der Scheidenschleimhaut wurden in fünf Fällen Veränderungen festgestellt: Auf Betrieb 1 hatte ein Tier an Besuch 1 einen weißlichen, trüben Vaginalausfluss und an Besuch 6 hatten drei Tiere einen grau-bräunlichen, trüben Ausfluss; auf Betrieb 2 gab es ein Tier, das an Besuch 6 einen weißlich, milchigen Vaginalausfluss hatte. Der Anteil von Veränderungen an der Scheide belief sich somit auf 0,5 % bei Betrieb 1 und 0,1 % bei Betrieb 2. Trotz der Veränderungen wurden die Schleimhäute wie gewohnt beurteilt; bei den zwei Tieren mit Petechien an den Konjunktiven wurde die Schleimhautfarbe zwischen den Verfärbungen beurteilt.

Je mehr Tiere untersucht wurden, desto schneller konnten die einzelnen klinischen Parameter beurteilt werden, sodass nach etwa 30 Tieren die Untersuchungen routiniert durchgeführt wurden. Die Untersuchung einer Ziege bei guter Fixation nahm dann bei Betrieb 2 – abzüglich der Entnahme der Kotprobe – eine Zeit von etwa 8 Sekunden in Anspruch. Die Untersuchung im Melkstand bei Betrieb 1 benötigte mehr Zeit, da der Kopf der Tiere von der anderen Seite des Fressgitters aus beurteilt werden musste. Die Tatsache, dass zehn Tiere nebeneinander fest fixiert waren und nicht eingefangen werden mussten, machte diesen Nachteil aber wieder wett.

5.2. Verlauf des Gesamtscores und der einzelnen klinischen Parameter

Die grafische Darstellung des an den verschiedenen Betriebsbesuchen ermittelten TST-Gesamtscores und der einzelnen klinischen Parameter finden sich für beide Betriebe in Abbildung IV-10 bis IV-12; die dazugehörigen Werte sind im Anhang in Tabelle IX-10 und IX-11 aufgeführt.

Der FAMACHA®-Score 1 (rot) kam am Auge über den ganzen Versuchszeitraum nur viermal vor, jeweils einmal an Besuch 1, 4, 5 und 6 auf Betrieb 1; alle vier Ziegen, bei

denen dieser Score bestimmt wurde, befanden sich in ihrer ersten Laktation. Nur ein einziges Mal wurde eine Kotkonsistenz von 3 (wässrig) ermittelt; diese kam an Besuch 5 bei Betrieb 2 vor.

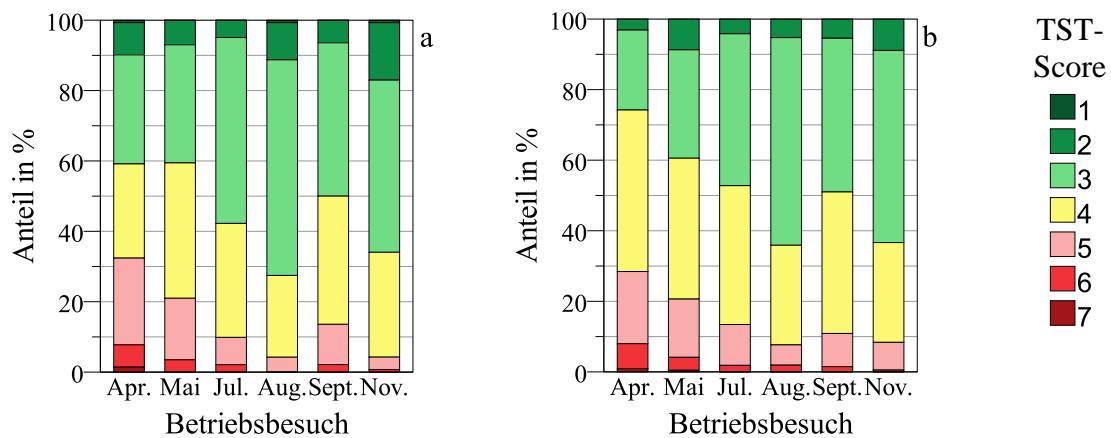


Abbildung IV-10: Zeitliche Entwicklung des TST-Gesamtscores bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2; TST-Score ≥ 5 = „entwurmungsbedürftig“

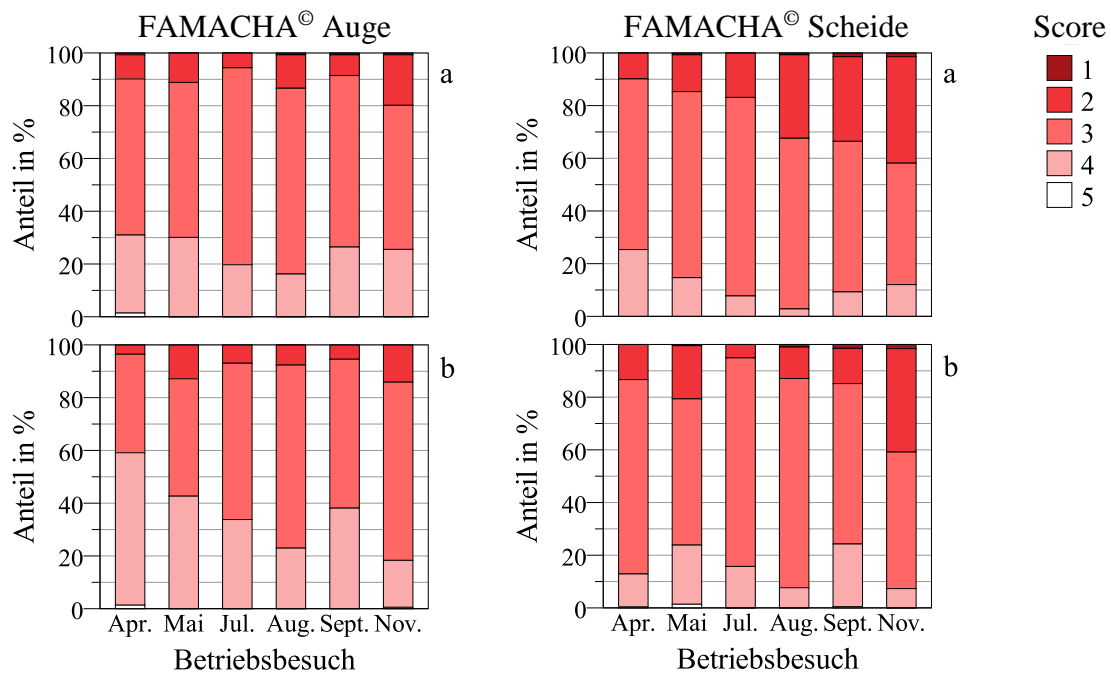


Abbildung IV-11: Zeitliche Entwicklung der Schleimhautfarbe am Auge und an der Scheide bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2; Score: von 1 = rot bis 5 = weiß;

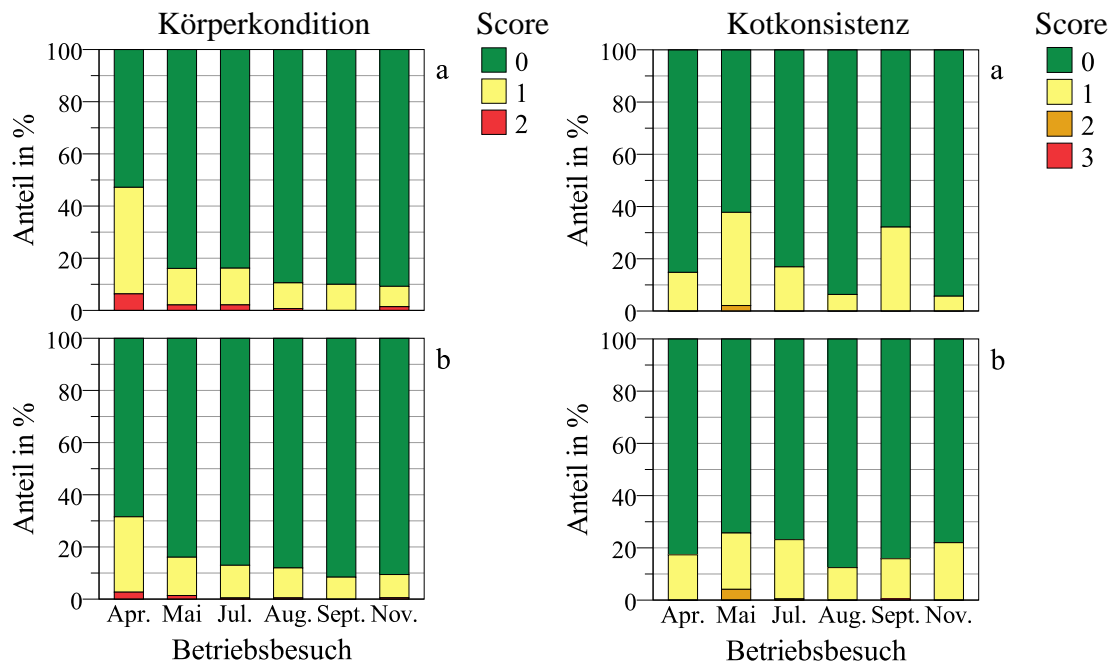


Abbildung IV-12: Zeitliche Entwicklung der Körperkondition und Kotkonsistenz bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2; Körperkondition: von 0 = normal genährt bis 2 = abgemagert; Kotkonsistenz: von 0 = normal bis 3 = flüssig

Im Verlauf der Betriebsbesuche war die Veränderung der Parameter Augenschleimhaut bei Betrieb 2 und die Veränderung der Körperkondition bei beiden Betrieben auffällig: Beide Parameter verbesserten sich über die Saison, was sich auch in den negativen Korrelationen mit dem Zeitverlauf widerspiegelte (Tabelle IV-7). Die Kotkonsistenz hingegen variierte unregelmäßig von Besuch zu Besuch, hier waren keine klinisch relevanten Korrelationen mit dem Zeitverlauf erkennbar.

Mit einem Score von ≥ 5 wurden beim ersten Besuch 32,4 % der Tiere auf Betrieb 1 und 28,4 % der Tiere auf Betrieb 2 als entwurmungsbedürftig eingestuft (in Abbildung IV-10 in Rottönen dargestellt). Der Gesamtscore wurde im Verlauf der Besuche besser, was sich auch in der negativen Korrelation des Scores mit den einzelnen Zeitpunkten widerspiegelt (Tabelle IV-7). Beim letzten Besuch im November waren es noch 4,3 % (Betrieb 1) bzw. 8,4 % (Betrieb 2) der Tiere, die laut dem TST-Score hätten entwurmt werden müssen. Folgende Kombination der klinischen Parameter hat bei beiden Betrieben am häufigsten zu einer Beurteilung als „entwurmungsbedürftig“ geführt: Körperkondition 1 (dünn), Kotkonsistenz 0 (normal geformt) und FAMACHA®-Score 4 (rosa-weiß) (Tabelle IV-8).

Tabelle IV-7: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Zeit (= Betriebsbesuche) bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Spearman: n = Anzahl Datenpaare, r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert

		TST-Gesamtscore	FAMACHA [®] -Score		Körperkondition	Kotkonsistenz
			Auge	Scheide		
Betrieb 1 n = 850	r	-0,207**	-0,076*	-0,268**	-0,272**	-0,093**
	p	< 0,001	0,027	< 0,001	< 0,001	0,007
Betrieb 2 n = 1261	r	-0,246**	-0,222**	-0,129**	-0,189**	-0,025
	p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,378
beide Betriebe n = 2111	r	-0,232**	-0,165**	-0,189**	-0,223**	-0,052*
	p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,017

* signifikant; ** hoch signifikant

Die über alle Betriebsbesuche am häufigsten vorkommende Kombination der klinischen Parameter war bei beiden Betrieben eine gute Körperkondition, normal geformter Kot und ein FAMACHA[®]-Score von 3 (rosa) (Tabelle IV-8). Die Häufigkeit der einzelnen Kombinationen und deren Anteil an der Gesamtheit aller möglichen Kombinationen bzw. an den TST-Scores ≥ 5 pro Betriebsbesuch finden sich im Anhang in Tabelle IX-12 und IX-13.

Tabelle IV-8: Die vier häufigsten Kombinationen der klinischen Parameter bezogen auf alle ermittelten Kombinationen bzw. auf alle Kombinationen mit einem TST-Score ≥ 5 bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

BCS = Körperkondition (von 0–gut/durchschnittlich bis 2–abgemagert)

Kot = Kotkonsistenz (von 0–geformt/geballt bis 3–wässrig)

Auge = FAMACHA[®]-Score am Auge (von 1–rot bis 5–weiß)

	Die vier häufigsten Kombinationen bezogen auf ...			
	<u>... alle ermittelten Kombinationen</u>		<u>... alle Kombinationen mit TST ≥ 5</u>	
	Kombination (BCS – Kot – Auge)	Anteil an allen Kombinationen	Kombination (BCS – Kot – Auge)	Anteil an Kombina- tionen mit TST ≥ 5
Betrieb 1	0 – 0 – 3	43,8 %	1 – 0 – 4	29,8 %
	0 – 0 – 4	14,8 %	0 – 1 – 4	23,1 %
	0 – 1 – 3	9,3 %	1 – 1 – 3	19,0 %
	0 – 0 – 2	8,9 %	1 – 1 – 4	10,7 %
Betrieb 2	0 – 0 – 3	39,5 %	1 – 0 – 4	39,6 %
	0 – 0 – 4	24,5 %	0 – 1 – 4	19,8 %
	0 – 1 – 3	9,0 %	1 – 1 – 3	16,1 %
	1 – 0 – 4	6,0 %	1 – 1 – 4	11,5 %

6. Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Parametern

6.1. Schleimhautfarbe und Hämatokrit

Die an Besuch 2 entnommenen Blutproben wurden im Labor an zwei verschiedenen Tagen untersucht: An Tag 1 wurden alle Proben aus Betrieb 1 und 114 Proben aus Betrieb 2 und an Tag 2 die restlichen 104 Blutproben der Tiere aus Betrieb 2 untersucht. Bei der Auswertung fiel auf, dass die Hämatokrit-Werte bei den Untersuchungen am zweiten Tag im Durchschnitt 6,5 Prozentpunkte über den Werten des ersten Tages lagen und Maximalwerte von bis zu 57,4 % erreichen (Tabelle IV-9). Dass die Ergebnisse der beiden Analysetage nicht miteinander vergleichbar waren, zeigte auch der Mann-Whitney-U-Test mit einer Signifikanz von $p < 0,001$. Die Rücksprache mit dem Labor ergab, dass am zweiten Untersuchungstag technische Probleme mit dem Messgerät während einiger Untersuchungen auftraten. Zur Sicherheit wurden daher bei der Auswertung nur die am ersten Tag analysierten Blutproben berücksichtigt.

Tabelle IV-9: Übersicht über die ermittelten Hämatokrit-Werte (%) bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

aufgeteilt nach dem Tag der Analyse; n = Anzahl Proben; Min = niedrigster gemessener Wert; Max = höchster gemessener Wert; MW = Mittelwert; SD = Standardabweichung

	Analysetag	n	Min. (%)	Max. (%)	MW (%)	SD (%)
Betrieb 1	1	143	20,0	39,3	28,2	4,0
Betrieb 2	1	114	19,9	42,5	28,0	3,8
	2	104	21,7	57,4	34,6	8,6

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Hämatokrit und der Farbe der Augenschleimhaut wurden hoch signifikante Korrelationen festgestellt, wobei die beiden Parameter bei Betrieb 2 etwas besser korrelierten als bei Betrieb 1; die Farbe der Scheidenschleimhaut hingegen korrelierte nicht oder nur sehr schwach mit dem Hämatokrit (Tabelle IV-10). Die grafische Darstellung der Hämatokrit-Werte aufgeteilt nach der Farbe der Schleimhaut (FAMACHA[®]-Score) findet sich in Abbildung IV-13 und IV-14. In Tabelle IX-14 im Anhang sind die Fallzahlen, kleinste und größte gemessene Hämatokrit-Werte und die Mittelwerte mit Standardabweichungen für die einzelnen FAMACHA[®]-Scores aufgeführt.

Tabelle IV-10: Zusammenhang zwischen dem Hämatokrit und dem FAMACHA®-Score bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Spearman: n = Anzahl Datenpaare, r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert

	FAMACHA®-Score Auge		FAMACHA®-Score Scheide	
	r	p	r	p
Betrieb 1 n = 143	-0,239**	0,004	-0,195*	0,020
Betrieb 2 n = 114	-0,323**	< 0,001	0,054	0,571
beide Betriebe n = 257	-0,279**	< 0,001	-0,076	0,223

* signifikant; ** hoch signifikant

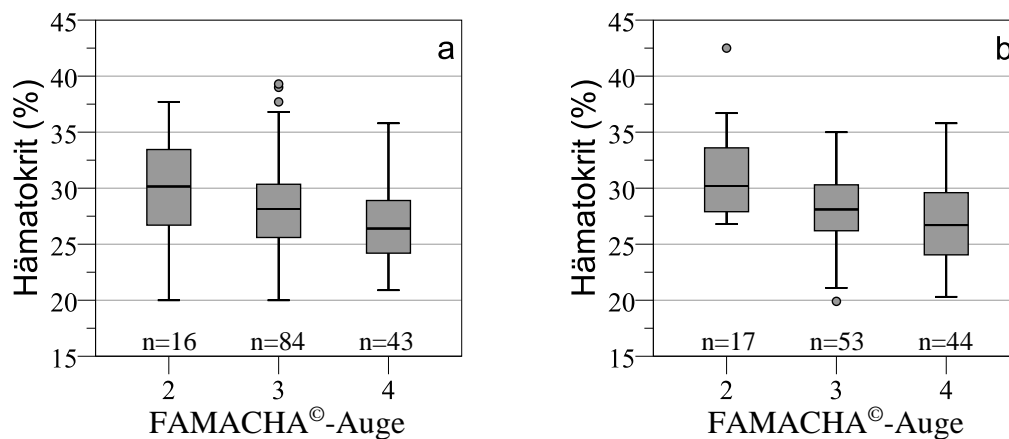


Abbildung IV-13: Zusammenhang zwischen dem Hämatokrit und dem FAMACHA®-Score am Auge bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2; Score: 2 = rot-rosa, 3 = rosa; 4 = rosa-weiß; n=Anzahl an Proben

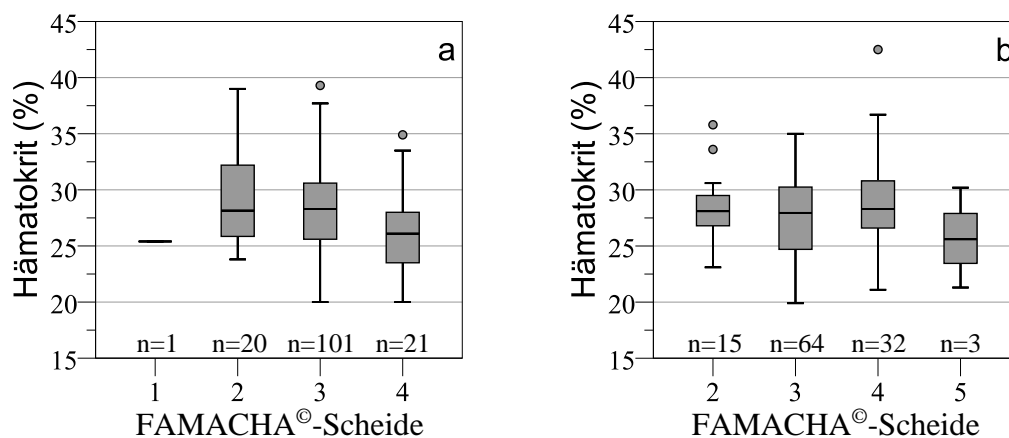


Abbildung IV-14: Zusammenhang zwischen Hämatokrit und FAMACHA®-Score an der Scheide bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2; Score: 1 = rot, 2 = rot-rosa, 3 = rosa; 4 = rosa-weiß, 5 = weiß; n=Anzahl an Proben

6.2. Zusammenhang Hämatokrit und Laktationsdaten bzw. Eiausscheidung

Bei den Auswertungen fiel auf, dass Tiere mit höheren Laktationsnummern auf beiden Studienbetrieben einen signifikant niedrigeren Hämatokrit hatten (Tabelle IV-11). In Abbildung IV-15 ist dieser Zusammenhang zwischen Hämatokrit und Laktationsnummer grafisch dargestellt.

Ein geringer, negativer Zusammenhang bestand auf beiden Betrieben auch zwischen der Anzahl an Lämmern pro Ziege und dem Hämatokrit (Tabelle IV-11): Ziegen, die mehr Lämmer gebären, hatten demnach eher einen niedrigeren Hämatokrit.

Bei Betrieb 1 korrelierte die Milchleistung negativ mit dem Hämatokrit-Wert: Tiere mit höheren Milchleistungen hatten eher niedrigere Hämatokrit-Werte. Bei Betrieb 2 konnte kein Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern festgestellt werden (Tabelle IV-11).

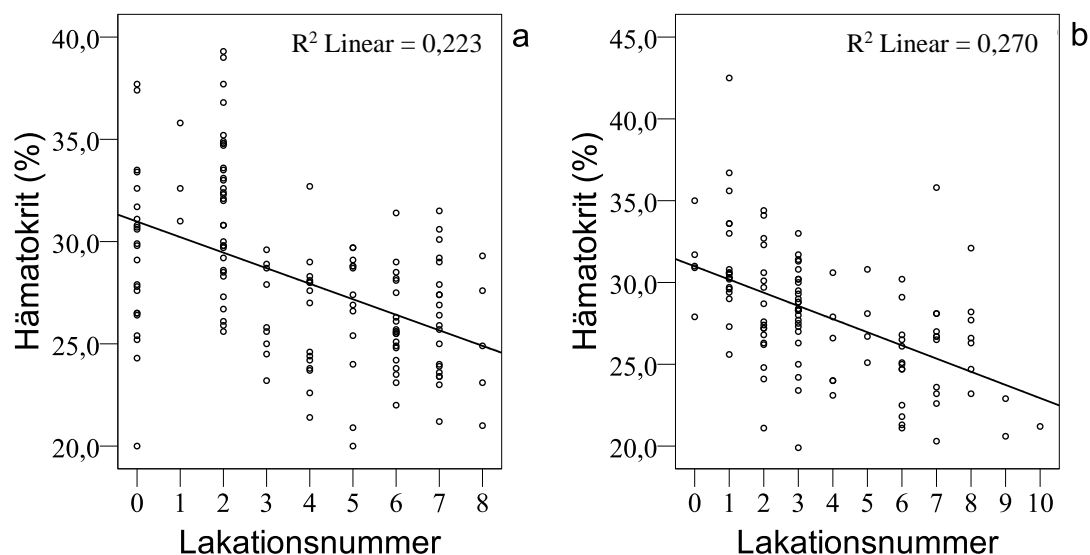


Abbildung IV-15: Zusammenhang von Hämatokrit und Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1, b = Betrieb 2

Ein signifikanter, jedoch sehr geringer Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und dem Hämatokrit-Wert konnte nur bei Betrieb 2 festgestellt werden. Hierbei schieden Tiere mit einem höheren Hämatokrit eher mehr Eier pro Gramm Kot aus als Tiere mit niedrigen Hämatokrit-Werten (Tabelle IV-11).

Tabelle IV-11: Zusammenhänge zwischen dem Hämatokrit und der Laktationsnummer, der Anzahl an Lämmern, der Milchleistung und der Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Pearson: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert; n = Anzahl Datenpaare

		Laktationsnummer	Anzahl Lämmer	Milchleistung (im Mai)	EpG (Besuch 2)
Betrieb 1	r	-0,472**	-0,227**	-0,429**	0,115
	p	< 0,001	0,007	< 0,001	0,172
	n	142	142	110	143
Betrieb 2	r	-0,520**	-0,284**	-0,083	0,192*
	p	< 0,001	0,002	0,393	0,043
	n	114	114	108	111
beide Betriebe	r	-0,492**	-0,243**	-0,282**	0,108
	p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,087
	n	256	256	218	254

* signifikant; ** hoch signifikant

6.3. Vergleich der Farbe von Augen- und Scheidenschleimhaut

Die Analyse der Korrelation nach Spearman zwischen der Farbe der Augen- und Scheidenschleimhaut ergab einen sehr geringen Zusammenhang der beiden Parameter (Korrelationskoeffizient (r) = 0,179; p-Wert (p) < 0,001); dieser war bei Betrieb 1 (r = 0,286; p < 0,001) höher als bei Betrieb 2 (r = 0,093; p = 0,001).

Über alle Messzeitpunkte gesehen stimmte der ermittelte FAMACHA[®]-Score der Scheidenschleimhaut zu 52,5 % (Betrieb 1) bzw. 45,7 % (Betrieb 2) mit dem der Augenschleimhaut überein. In 12,0 % (Betrieb 1) bzw. 14,4 % (Betrieb 2) der Fälle war die Farbe der Scheidenschleimhaut heller und in 35,5 % (Betrieb 1) bzw. 40,0 % (Betrieb 2) dunkler als die der Augenschleimhaut. In Abbildung IV-16 ist die Abweichung der beiden Schleimhäute voneinander für jeden Betriebsbesuch einzeln dargestellt.

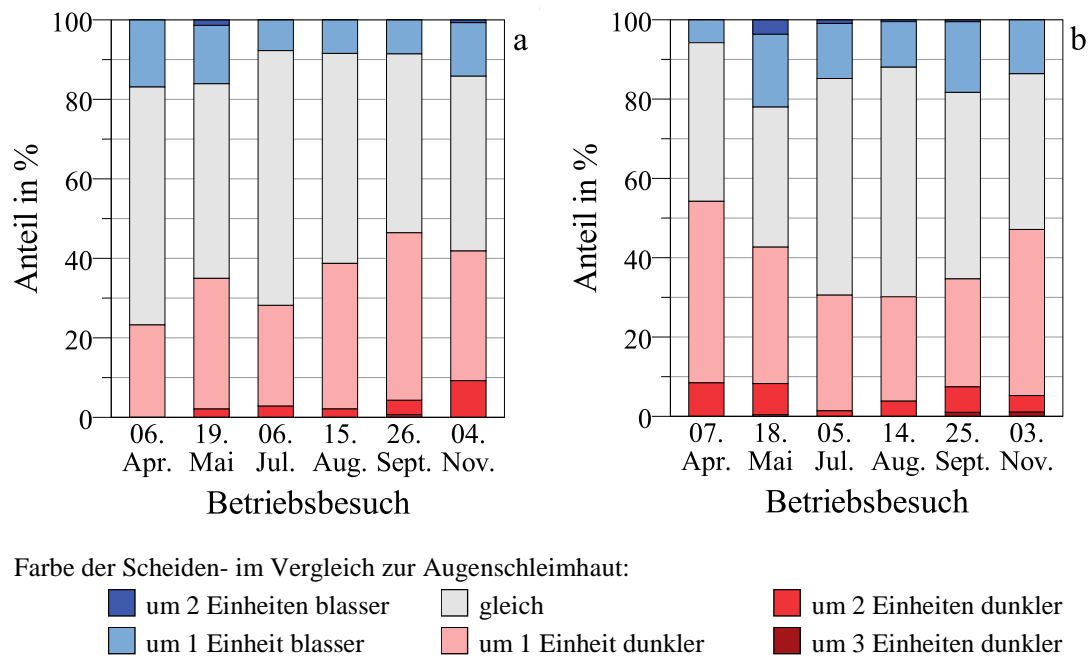


Abbildung IV-16: Unterschied zwischen dem FAMACHA®-Score am Auge und dem an der Scheide bei den Milchziegen beider Studienbetriebe
a = Betrieb 1, b = Betrieb 2

6.4. TST-Score und Eiausscheidung

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den klinischen Parametern und der Eiausscheidung wurden die entwurmen Tiere ab dem ersten Betriebsbesuch nach ihrer Entwurmung nicht mehr in den Auswertungen berücksichtigt.

Die Korrelationsanalyse nach Spearman ergab für den Gesamtscore über alle Besuche und beide Betriebe zusammengekommen eine sehr geringe, und sogar negative Korrelation ($r = -0,071$, $p = 0,011$), was bedeuten würde, dass Tiere mit einem schlechten Score eher weniger Eier ausscheiden würden – allerdings lag der Korrelationskoeffizient nahe bei null. Aufgeteilt nach Betrieb und Betriebsbesuch schwankten die Werte der Analyse im Bereich sehr geringer Korrelationen und waren zumeist nicht signifikant. Die höchste signifikante Korrelation zwischen dem Gesamtscore und der Eiausscheidung wurde an Besuch 5 bei Betrieb 2 festgestellt ($r = 0,282$; $p = 0,035$) (Tabelle IV-12).

Die Korrelationen der einzelnen untersuchten klinischen Parameter mit der Eiausscheidung finden sich im Anhang in Tabelle IX-15 bis IX-18. Die Zusammenhänge zwischen den Parametern und der Eiausscheidung waren je nach Betrieb und Betriebsbesuch gering bis sehr gering mit sowohl positiven wie auch negativen Korrelationskoeffizienten. In den meisten Fällen waren diese Korrelationen nicht signifikant.

Tabelle IV-12: Zusammenhang zwischen dem TST-Score und der Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Ziegen

		Betriebsbesuch						über ganzen Zeitraum
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.	
Betrieb 1	r	0,210*	0,043	0,244	0,039	0,129	0,164	-0,063
	p	0,014	0,611	0,094	0,805	0,365	0,105	0,148
	n	138	143	48	42	51	99	521
Betrieb 2	r	0,181**	0,194**	0,084	-0,164	0,282*	-0,047	-0,093*
	p	0,007	0,004	0,535	0,222	0,035	0,560	0,011
	n	223	212	57	57	56	157	762
beide Betriebe	r	0,199**	0,107*	0,251**	-0,107	0,142	0,085	-0,071*
	p	< 0,001	0,043	0,010	0,293	0,144	0,175	0,011
	n	361	355	105	99	107	256	1283

* signifikant; ** hoch signifikant

Die Bewertung des TST-Scores als Testverfahren zur Erkennung der entwurmungsbedürftigen Tiere erfolgte durch eine Receiver-Operating-Characteristic (ROC)-Analyse. Diese Analyse wurde für zwei Schwellenwerte durchgeführt: ≥ 500 EpG (nach MENZIES (2012): mittelgradige bis hochgradige Eiausscheidung) und > 1000 EpG (nach MENZIES (2012): hochgradige Eiausscheidung). Für den Schwellenwert ≥ 500 EpG waren die Tiere über den gesamten Versuchszeitraum in 242 Fällen positiv (= Schwellenwert erreicht bzw. überschritten) und 1041 negativ (= EpG unter dem Schwellenwert); für den Schwellenwert > 1000 EpG waren es 63 positive und 1220 negative Fälle. Unter Einbeziehung der Daten aller Betriebsbesuche und beider Betriebe ergab sich die in Abbildung IV-17 dargestellte ROC-Kurve; die Fläche unter der Kurve (AUC) lag hierbei für beide Schwellenwerte unter 0,6 ($p > 0,05$), was den untersuchten TST-Score als wenig geeignet für die Vorhersage einer Eiausscheidung von ≥ 500 EpG bzw. > 1000 EpG ausweist.

Bei einer nach Betriebsbesuch aufgeteilten Analyse ergab sich für Besuch 1 für beide Schwellenwerte eine hohe, jedoch nicht-signifikante AUC von 0,813 ($p = 0,280$); diese Berechnung beruht allerdings auf nur einem positiven Tier. Ebenfalls eine AUC über 0,6 wurden für die Untersuchung für den Schwellenwert > 1000 EpG an Besuch 3

(AUC = 0,689; $p = 0,096$, 7 Tiere) und Besuch 6 (AUC = 0,615; $p = 0,115$, 17 Tiere) ermittelt, beide Male lag der p -Wert über dem Signifikanzniveau von 0,05. An den restlichen Besuchen lagen die Werte der AUC unter 0,6, was die Unbrauchbarkeit des Testes anzeigt (Daten nicht dargestellt). Die ROC-Analyse wurde anschließend für die einzelnen Parameter separat durchgeführt. Auch hier lagen die Werte für die AUC meist unter 0,6 oder waren aufgrund der niedrigen Anzahl positiver Fälle nicht signifikant. Die einzelnen Parameter waren somit in den Studienbetrieben wenig geeignet, um Eiausscheidungen von ≥ 500 EpG bzw. > 1000 EpG vorherzusagen.

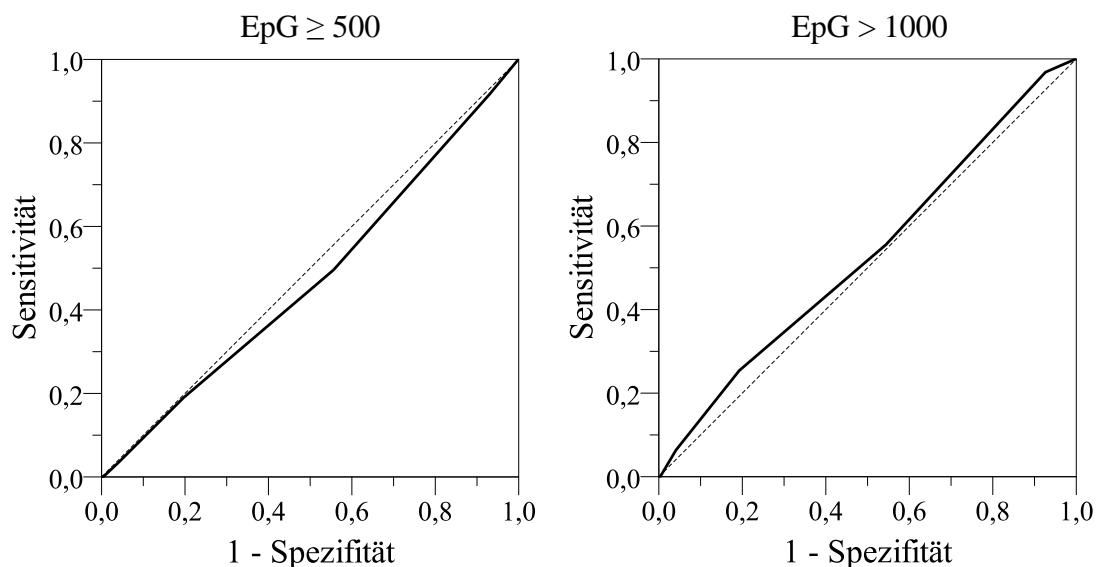


Abbildung IV-17: ROC-Kurve zur Validierung des TST-Systems im Hinblick auf die Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) für die Schwellenwerte $\text{EpG} \geq 500$ und $\text{EpG} > 1000$ bei den Milchziegen beider Studienbetriebe
beide Betriebe zusammen dargestellt

6.5. Klinische Parameter und Milchleistung

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem klinisch ermittelten Score und der Milchleistung der Tiere wurden die Daten eines jeden Betriebsbesuches mit der Milchmenge aus der MLP, die unmittelbar vor dem Besuch durchgeführt wurde, verglichen. Dadurch entstanden die in Tabelle IV-13 aufgeführten Paarungen der einzelnen Betriebsbesuche mit den MLP.

Mittels einer Korrelationsanalyse nach Spearman wurde auf einen Zusammenhang zwischen der Milchleistung (in kg) und den klinischen Parametern für jede der Paarungen untersucht (Tabelle IX-19 bis IX-21 im Anhang). Signifikante, zumeist positive Korrelationen fanden sich vereinzelt bei Betrieb 1: Bei jeder zweiten Paarung korrelierte die Farbe der Augenschleimhaut mit der Milchleistung, wobei Tiere mit

höheren Milchleistungen eher blässere Schleimhäute hatten; dieser Trend fand sich bei Betrieb 2 nur bei der ersten Paarung. Ein positiver Zusammenhang bestand auch bei Betrieb 1 zwischen der Farbe Scheidenschleimhaut an zwei der sechs Paarungen. Die Kotkonsistenz korrelierte bei Betrieb 1 unregelmäßig mit der Milchleistung, bei Betrieb 2 war keine signifikante Korrelation der beiden Parameter feststellbar. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Körperkondition wurde bei keinem der Betriebe gefunden.

Tabelle IV-13: Zuordnung der Betriebsbesuche zu einer der Milchleistungsprüfungen (MLP)

		Nummer der Paarung					
		1	2	3	4	5	6
Betrieb 1	Betriebsbesuch	06.04.	19.05.	06.07.	15.08.	26.09.	04.11.
	MLP	26.03.	28.04.	26.06.	30.07.	11.09.	21.10.
Betrieb 2	Betriebsbesuch	07.04.	18.05.	05.07.	14.08.	25.09.	03.04.
	MLP	18.03.	13.05.	23.06..	15.07.	08.09.	14.10.

6.6. Klinische Parameter und Laktationsnummer

Für die Auswertung des Zusammenhangs zwischen dem Laktationsjahr und dem TST-Score bzw. dessen einzelnen Parametern wurde für die Jungziegen, die nicht in den MLP gemeldet waren, der Wert 0 als Laktationsnummer festgesetzt. Grafisch dargestellt sind die Zusammenhänge in Abbildung IV-18 bis IV-20; die Ergebnisse der Korrelationsanalyse nach Spearman befinden sich in Tabelle IV-14.

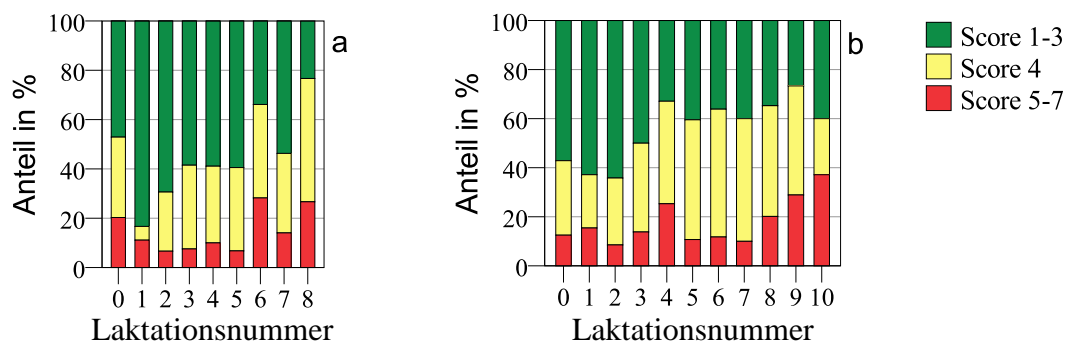


Abbildung IV-18: TST-Score aufgeteilt nach Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1; b = Betrieb 2; Score 1-3 = nicht entwurmungsbedürftig, 4 = nach ursprünglichem System entwurmungsbedürftig, 5-7 = entwurmungsbedürftig

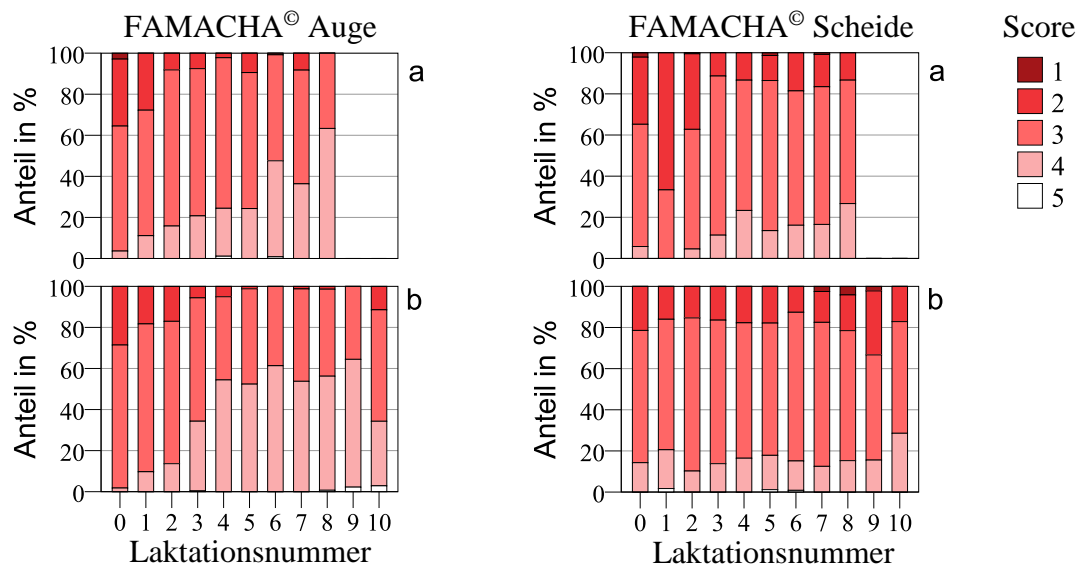


Abbildung IV-19: Schleimhautfarbe aufgeteilt nach Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1; b = Betrieb 2; FAMACHA®-Score von 1 (rot) bis 5 (weiß)

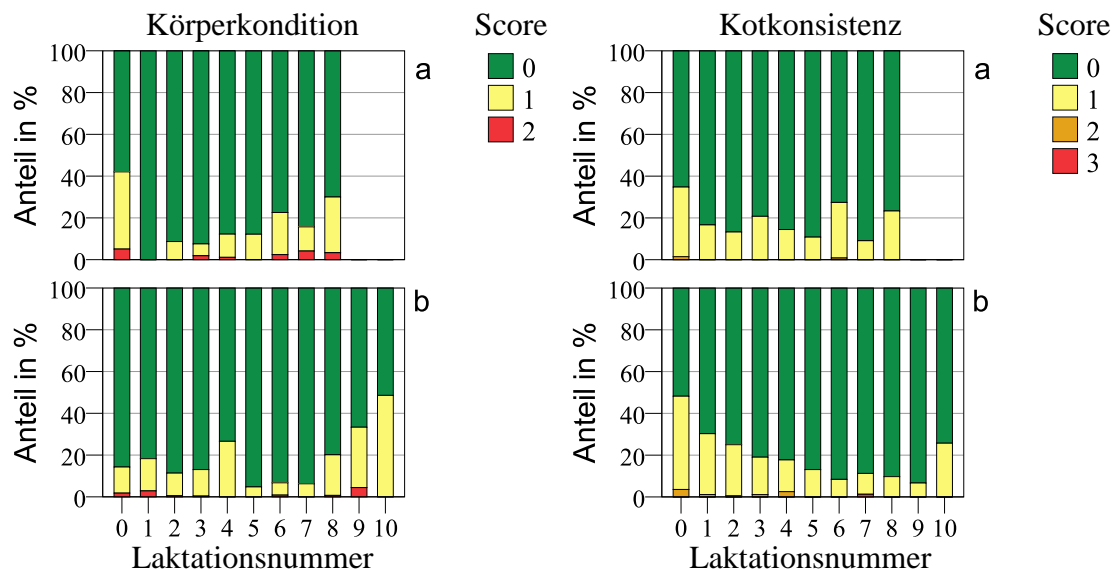


Abbildung IV-20: Körperkondition bzw. Kotkonsistenz aufgeteilt nach Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

a = Betrieb 1; b = Betrieb 2

Am stärksten korrelierte die Augenschleimhaut mit dem Laktationsjahr: Tiere in höheren Laktationsjahren hatten demnach eher blassere Schleimhäute. Die übrigen Parameter korrelierten nicht oder nur gering mit dem Laktationsjahr der Tiere. Auffällig war die verhältnismäßig schlechte Körperkondition der Jungtiere auf Betrieb 1 – wurde die Korrelationsanalyse ohne diese Tiere durchgeführt, ergab sich eine etwas höhere Korrelation der Körperkondition mit dem Laktationsjahr der Tiere bei diesem Betrieb ($r = 0,155$, $p < 0,001$).

Tabelle IV-14: Zusammenhang zwischen der Laktationsnummer und dem TST-Score bzw. den einzelnen klinischen Parametern bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Spearman: n = Anzahl der Datenpaare, r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert

		TST-Score	FAMACHA [®] -Score		Körper- kondition	Kot- konsistenz
			Auge	Scheide		
Betrieb 1 n = 844	r	0,166**	0,391**	0,245**	-0,079*	-0,098**
	p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,022	0,004
Betrieb 2 n = 1261	r	0,230**	0,420**	-0,024	0,056*	-0,208**
	p	,000	,000	,387	,047	,000
beide Betriebe n = 2105	r	0,205**	0,412**	0,093**	-0,008	-0,164**
	p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,727	< 0,001

* signifikant; ** hoch signifikant

6.7. Eiausscheidung und Milchleistung

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Milchleistung und der Eiausscheidung der Tiere wurde jedem Betriebsbesuch dieselbe Milchleistungsprüfung zugeteilt wie bereits bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Milchleistung und dem TST-Scores (Tabelle IV-13). Entwurmte Ziegen wurden ab dem Betriebsbesuch nach ihrer Entwurmung nicht mehr bei der Auswertung berücksichtigt. Signifikante Zusammenhänge wurden bei der Korrelationsanalyse nach Pearson nur bei Betrieb 2 bei der Paarung 5 ($r = -0,368$, $p = 0,007$) festgestellt, wonach Tiere mit einer höheren Milchleistung eher weniger Eier ausgeschieden haben (Ergebnisse befinden sich in Tabelle IX-22 im Anhang).

In Anlehnung an die Studien von HOSTE & CHARTIER (1993; 1997) wurden die 25 % der Tiere mit den höchsten Milchleistungen mit den 25 % der Tiere mit den niedrigsten Milchleistungen in ihrer Eiausscheidung verglichen. Die Einteilung der Ziegen zu der Gruppe mit der höchsten bzw. niedrigsten Milchleistung erfolgte anhand der Milchdaten aus der MLP im März. Entwurmte Ziegen wurden nach ihrer Entwurmung von den Untersuchungen ausgeschlossen. Der Mann-Whitney-U-Test ergab eine gleiche Verteilung der Eiausscheidung über beiden Gruppen auf beiden Betrieben an beinahe jedem Betriebsbesuch. Eine Ausnahme hiervon stellte Betrieb 2 an Besuch 5 dar: Hier gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p = 0,010$), wobei die Ziegen mit der niedrigsten Milchleistung eine mittlere Eiausscheidung von 810 EpG (SD: 383 EpG; Anzahl der Ziegen: 8) hatten und diejenigen mit der höchsten Milchleistung 404 EpG (SD: 221 EpG; Anzahl der Ziegen: 13). Dieselbe Untersuchung

wurde zusätzlich noch mit den 10 % der Ziegen mit der höchsten bzw. niedrigsten Milchleistung durchgeführt. Hier gab es an keinem Betriebsbesuch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Daten nicht dargestellt).

6.8. Eiausscheidung und Laktationsnummer

Bei der Korrelationsanalyse nach Pearson zwischen der Laktationsnummer und der Eiausscheidung wurden die Tiere ab dem ersten Betriebsbesuch nach ihrer Entwurmung ebenfalls nicht mehr in die Auswertung mit einbezogen. Jungziegen, die noch nicht in der MLP gemeldet waren, erhielten die Laktationsnummer 0. Die höchste signifikante Korrelation zwischen den untersuchten Parametern bestand bei Betrieb 2 an Besuch 6 ($r = 0,265$, $p = 0,001$), wonach an diesem Besuch Tiere mit hohen Laktationsnummern eher höhere Eiausscheidungen hatten. An den übrigen Besuchen waren die Korrelationen sehr gering und bis auf zwei Fälle (Betrieb 2 an Besuch 2 und beide Betriebe zusammen an Besuch 6) statistisch nicht signifikant (Ergebnisse in Tabelle IX-23 im Anhang).

7. Effekt der Entwurmung

Zwei Wochen nach der Entwurmung mit Moxidectin wurden vom Landwirt Kotproben von den entwurmtten Tieren zur Kontrolle des Entwurmungserfolges entnommen und per Post an das Versuchslabor geschickt (zur Anzahl an entwurmtten Tieren pro Betriebsbesuch siehe Tabelle III-2). Diese Proben waren bis auf eine Ausnahme immer negativ. Bei einer Ziege (Betrieb 2, Entwurmung an Besuch 3) konnte der Betriebsleiter aufgrund des flüssigen Kotes nur sehr wenig Kot für die Kontrollprobe gewinnen (0,88 g); bei der Untersuchung dieser Probe im Labor wurden zwei Eier gefunden, was hochgerechnet eine Eiausscheidung von 306,82 EpG ergab. Dieser Wert unterschied sich kaum von dem Ergebnis der Kotprobe vor der Entwurmung an Besuch 3 (300 EpG). Bei der nächsten Beprobung an Besuch 4 wurde eine für die Untersuchung ausreichende Menge Kot gewonnen: Die Ziege schied zu dieser Zeit keine GIN-Eier mehr aus.

7.1. Veränderung in der Eiausscheidung nach einer Entwurmung

Von den nach dem TST-Schema entwurmtten Tieren wurden Kotproben an den Besuchen 1, 2 und 6 (an denen alle Tiere beprobt wurden) entnommen sowie am Tag der Entwurmung, zwei Wochen nach der Entwurmung und an allen folgenden Besuchen nach der Entwurmung. Der Verlauf der Eiausscheidung der an den Betriebsbesuchen 3–5 entwurmtten Tiere sind in Tabelle IV-15 und Abbildung IV-21 dargestellt.

Tabelle IV-15: Kennzahlen zur Eiausscheidung vor und nach einer Entwurmung von Milchziegen zweier Studienbetriebe
aufgeteilt nach dem Zeitpunkt der Entwurmung

		Betriebsbesuch					
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.
nicht entwurmt	n	284	276	71	81	74	256
	Min (EpG)	0	0	0	0	60	0
	Max (EpG)	1110	1380	1950	2310	6960	3390
	MW (EpG)	26,8	182	365,4	482,3	750,2	423,7
	SD (EpG)	75,2	193	345,5	411,2	878,1	407,6
an Besuch 3 entwurmt	n	20	21	20	21	19	18
	Min (EpG)	0	0	0	0	30	0
	Max (EpG)	270	900	1761	180	2520	2850
	MW (EpG)	39	223,3	600,3	21,4	708,9	548,3
	SD (EpG)	66,8	225,5	428,8	46,6	669,1	712,3
an Besuch 4 entwurmt	n	10	10	–	10	10	10
	Min (EpG)	0	0	–	90	0	0
	Max (EpG)	90	600	–	3330	0	330
	MW (EpG)	24	354	–	690	0	144
	SD (EpG)	34,1	218,1	–	952,8	0	110,3
an Besuch 5 entwurmt	n	28	29	–	–	29	28
	Min (EpG)	0	0	–	–	90	0
	Max (EpG)	150	639	–	–	2250	90
	MW (EpG)	38,6	220,6	–	–	899,9	4,3
	SD (EpG)	39,9	180,5	–	–	631,5	17,7

An dem Betriebsbesuch nach einer Entwurmung war die Eiausscheidung der entwurmten Tiere noch sehr gering mit dem höchsten gemessenen Wert von 180 EpG bei den an Besuch 3 entwurmten Tieren. Zwölf Wochen nach der Entwurmung war die Eiausscheidung wieder gestiegen: Zwischen den an Besuch 3 entwurmten Tieren und den nicht-entwurmt Tieren war an Besuch 5 statistisch kein Unterschied mehr nachweisbar (Mann-Whitney-U-Test). Bei den an Besuch 4 entwurmt Ziegen schieden die behandelten Tiere 12 Wochen später (an Besuch 6) hingegen noch nachweislich weniger Eier aus als die nicht-entwurmt Tiere (Abbildung IV-21).

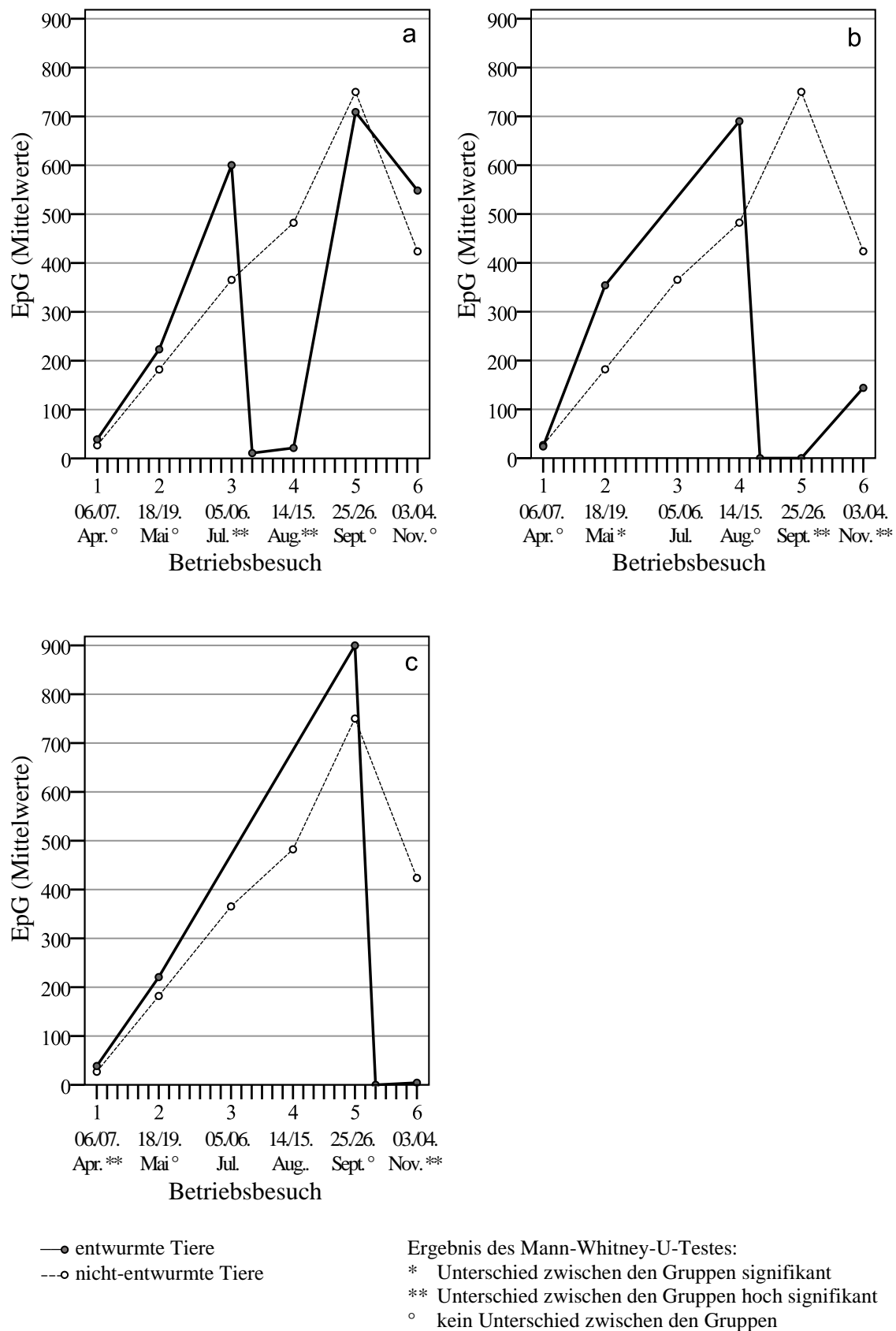


Abbildung IV-21: Veränderung der mittleren Eiausscheidung der entwurmten im Vergleich zu den nicht-entwurmten Milchziegen beider Studienbetriebe

Darstellung für beide Betriebe zusammen; Unterteilung der x-Achse in Wochen zwischen den Betriebsbesuchen; a = Entwormung an Besuch 3; b = Entwormung an Besuch 4, c = Entwormung an Besuch 5

7.2. Veränderung der Milchleistung nach einer Entwurmung

Zur Untersuchung des Einflusses einer Entwurmung auf die Milchleistung der nach dem TST-System als entwurmungsbedürftig eingestuften Tiere wurde ein generalisiertes additives gemischtes Modell mit Random Intercept und Random Slope je Ziege für jeden Betrieb separat erstellt. Verglichen wurden die mit einem TST-Score von ≥ 5 entwurmen Tieren mit den Kontrolltieren, die an diesem Besuch ebenfalls einen Score von ≥ 5 hatten und nicht entwurmt wurden. Ziegen mit Daten aus nur einer MLP wurden aus der Auswertung ausgeschlossen. Da nicht von jeder entwurmen Ziege Milchleistungsdaten vorlagen (Gründe hierfür in Kapitel IV.2.2) ergaben sich die in Tabelle IV-16 dargestellte Anzahlen an Ziegen, die Eingang in das Modell gefunden haben. Manche der Kontrolltiere wurden zu einem späteren Zeitpunkt entwurmt bzw. sind bereits an einem früheren Besuch entwurmt worden; dies ist ebenfalls in Tabelle IV-16 dargestellt.

Tabelle IV-16: Anzahl der entwurmen und nicht-entwurmen (= Kontrolltiere) Ziegen mit einem Score ≥ 5 pro Betriebsbesuch und > 1 MLP

(weitere Aufteilung der Kontrolltiere je nachdem, ob sie über den Versuchszeitraum nie entwurmt wurden oder an einem der anderen Besuche entwurmt worden sind)

		entwurmt	Kontrolltiere zu dem jeweiligen Besuch			
			nie entwurmt	an Besuch 3 entwurmt	an Besuch 4 entwurmt	an Besuch 5 entwurmt
Betrieb 1	Besuch 3	4	1		1	1
	Besuch 4	1	1 ^a			
	Besuch 5	5	5 ^a	1	1	
Betrieb 2	Besuch 3	13	9		2	1
	Besuch 4	7	4 ^b			3
	Besuch 5	10	6 ^b	4		

^a ein Tier war Kontrolltier sowohl von den an Besuch 4 wie auch den an Besuch 5 entwurmen Tieren und ist hier doppelt aufgeführt

^b zwei Tiere waren Kontrolltiere sowohl von den an Besuch 4 wie auch an Besuch 5 entwurmen Tieren und sind hier doppelt aufgeführt

Aufgrund der schlechten Datenlage (eine nur geringen Anzahl an Tieren mit MLP-Daten) bei Betrieb 1, wird hier nur das für Betrieb 2 erstellte Modell dargestellt und beschrieben. Die Ergebnisse für Betrieb 1 befinden sich im Anhang in Kapitel IX.15.

Tabelle IV-17 zeigt die festen Effekte des Modells. Die p-Werte stammen aus dem Wald-Test, welcher auf signifikanten Unterschied der Regressionskoeffizienten von null testet. Das Ausmaß des additiv modellierten Monatseffekts kann in Abbildung

IV-22 abgelesen werden. Der Monatseffekt schließt die abfallende Milchleistung im Verlauf der Laktation mit ein.

Tabelle IV-17: Modell zur Berechnung des Effektes der Entwurmung auf die Milchleistung bei den Milchziegen aus Betrieb 2

	Regressions- koeffizient	Standardfehler	p-Wert
(Intercept)	2.0238	0.335882	< 0,001
Zeit (Tage nach Ablammung)	0.0016	0.002517	0.5207
Entwurmung (Referenz: keine Entwurmung)	0.6191	0.250637	0.0140
Wechselwirkung	-0.0021	0.001194	0.0837
Anzahl Beobachtungen: 359			
Anzahl Tiere: 49			
Vorhersagegenauigkeit (MSE): 0,3403			

Je Tag nach Ablammung gaben die Ziegen in Betrieb 2 durchschnittlich 0,0016 kg Milch mehr. Dieser positive Effekt auf die Milchleistung, der nicht signifikant war ($p = 0,5207$), lässt sich dadurch erklären, dass bereits im Monatseffekt der Abfall der Milchleistung über die Laktation berücksichtigt wurde und so dem Tag nach Ablammung rechnerisch in dem Modell weniger Bedeutung beigemessen wurde. Wurden die Tiere entwurmt, konnten zunächst zusätzlich 0,6191 kg mehr gewonnen werden ($p=0,0140$); für eine entwurmt Ziege muss jedoch die Wechselwirkung zwischen den Tagen nach der Ablammung und dem Effekt der Entwurmung berücksichtigt werden. Sie zeigte eine Tendenz, dass mit jedem Tag nach Ablammung entwurmt Ziegen in Betrieb 2 durchschnittlich um 0,0021 kg mehr in der Milch zurückging als nicht-entwurmt Ziegen ($p = 0,0837$). Dies bewirkte, dass nach dem Hinzugewinn an Milchmenge durch die Entwurmung sich die Milchleistungen einer entwurmten und einer nicht-entwurmt Ziege im Laufe der Zeit wieder näherten und der Anstieg in der Milchleistung durch die Entwurmung umso niedriger war, je später im Jahr die Ziege behandelt wurde.

Der durch das Modell berechnete Einfluss einer Entwurmung auf die Milchleistung wurde in Abbildung IV-23 dargestellt; die Berechnungen wurden bis Tag 300 nach der Ablammung durchgeführt. Die Grafik zeigt die Milchleistungsverläufe einer entwurmten durchschnittlichen Ziege, die am 01.01. gelammt hat, und einer nicht-entwurmt durchschnittlichen Ziege mit gleichem Ablammdatum. Die Fläche unter den Kurven in Abbildung IV-23 betrug 498,54 kg für eine nicht entwurmt Ziege

(gestrichelte Linie) und 555,16 kg für eine entwurmte Ziege. Bei einer theoretischen Entwurmung an Tag 100 nach der Ablammung würde eine Ziege insgesamt 38,03 kg mehr Milch gegeben haben im Vergleich zu dem Fall, dass sie nicht entwurmt worden wäre. Je später in der Laktation eine Behandlung war, desto niedriger wäre der Milchgewinn durch dieselbe gewesen, sodass eine Ziege bei einer Entwurmung an Tag 150 noch 20,07 kg, an Tag 200 noch 7,28 kg und an Tag 250 noch 0,9 kg mehr Milch gegeben hätte als ohne Entwurmung.

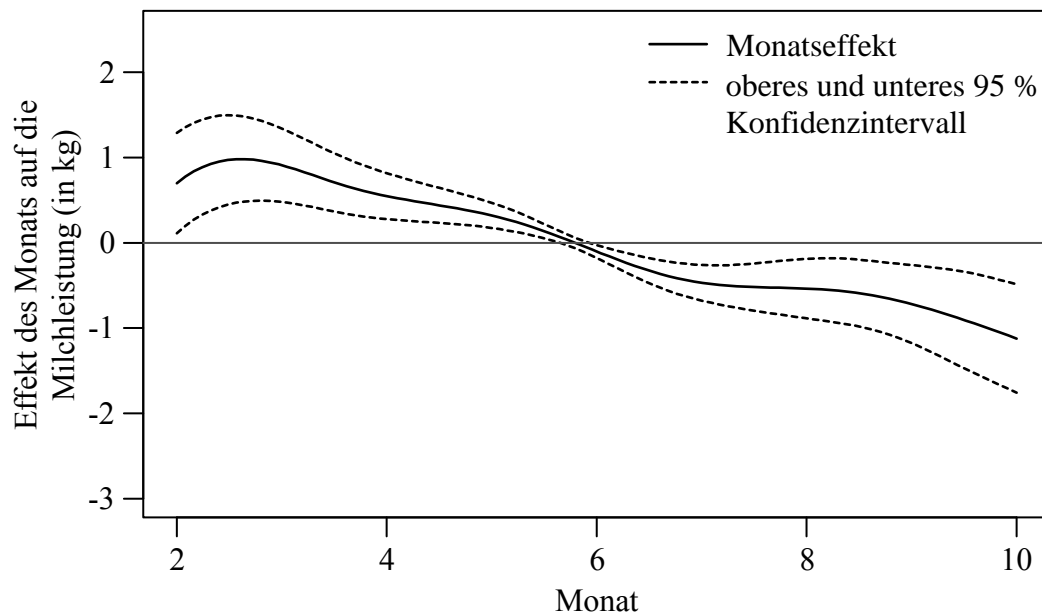


Abbildung IV-22: Darstellung des Monatseffektes mit 95 % Konfidenzintervall auf die Milchleistung der Ziegen aus Betrieb 2

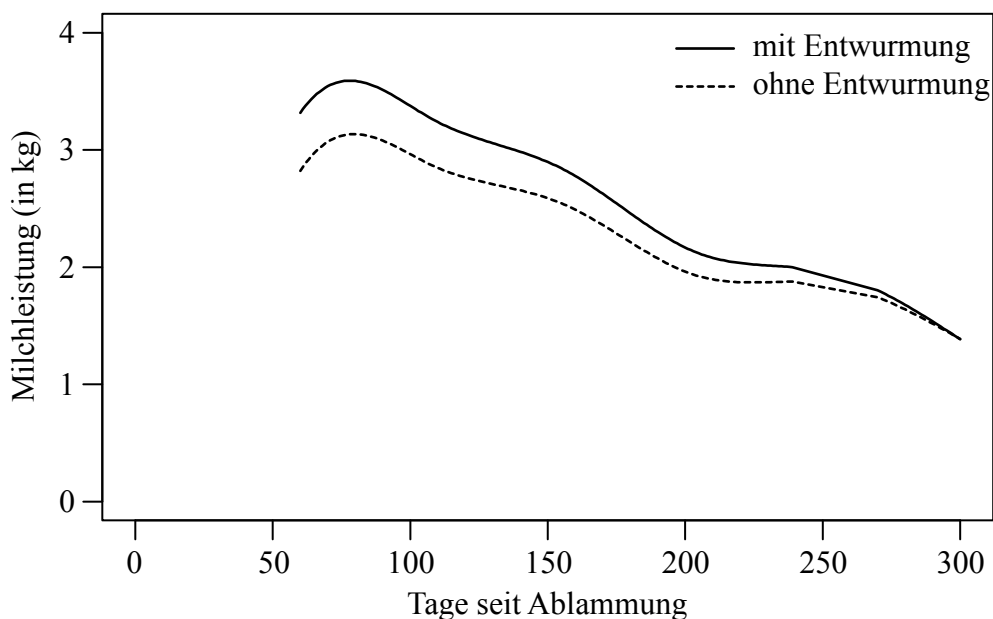


Abbildung IV-23: Darstellung des Effektes der Entwurmung einer Ziege mit einem TST-Score ≥ 5 auf die Milchleistung bei Betrieb 2

V. DISKUSSION

1. Eiausscheidung als Parameter für Wurmbelastung

Die Bestimmung der Eiausscheidung der Tiere mittels der McMaster-Methode ermöglicht eine einfache, schnelle Aussage darüber, ob ein Tier gegen Magen-Darm-Strongyliden behandelt werden soll oder nicht (RINALDI et al., 2011). Die Eiausscheidung ist daher ein weit verbreiteter Parameter für die Bestimmung der Parasitenbelastung, allerdings gibt es auch Zweifel an ihrer Aussagekraft hinsichtlich der tatsächlichen Anzahl an Würmern im Wirt (CABARET et al., 1998). RINALDI et al. (2009) fanden bei der Ziege signifikante, positive Korrelationen zwischen der Eiausscheidung und der Wurmbürde ($r = 0,619$, $p < 0,001$), wobei diese am höchsten bei *H. contortus* ($r = 0,915$; $p < 0,001$) und am niedrigsten bei *T. circumcincta* ($r = 0,404$; $p < 0,001$) war. Sie sahen die Eiausscheidung daher als geeignet an, um die Prävalenz und Stärke einer Infektion zu bestimmen; dabei schien bei der Beprobung die Tageszeit keinen Unterschied zu machen (RINALDI et al., 2009). Die Studie von CABARET et al. (1998) stellte zwar ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Wurmbürde fest, allerdings rieten sie bei Einzeltieren zu wiederholten Untersuchungen von Kotproben. Auch CABARET (2008) wies darauf hin, dass die Behandlungswürdigkeit mit dem EpG-Wert auf Einzeltierebene nicht hundertprozentig bestimmt und Tiere mit hohen Wurmbürden übersehen werden können.

Eine wichtige Rolle bei der Eiausscheidung spielt die Fruchtbarkeit der Würmer, die zwischen den verschiedenen GIN-Spezies variiert (RINALDI et al., 2011), wodurch je nach vorherrschender Spezies ein anderer Schwellenwert für die Entwurmung notwendig sein kann (KENYON et al., 2009). Ein weiterer Einflussfaktor auf die Eiausscheidung scheint die Infektionsdosis zu sein; so hat FLEMING (1988) festgestellt, dass bei einer hohen experimentellen Infektionsdosis (30.000 LIII) bei Lämmern die Fruchtbarkeit von *H. contortus* signifikant herabgesetzt war. Auch die Stärke der Immunabwehr des Wirtes (RINALDI et al., 2011) kann die Eiausscheidung beeinflussen. Weiterhin kann auch die Kotkonsistenz einen Einfluss auf die Eizahl pro Gramm Kot haben (ZAJAC, 2006); da der hohe Wasseranteil bei Durchfällen die ausgeschiedenen Eier verdünnt.

Es gibt Wirte, die Nematoden erfolgreich bekämpfen und somit die Infektion auf einem niedrigen Niveau halten können (= Resistenz der Wirte); außerdem gibt es Tiere, welche

die Würmer zwar nicht eliminieren können, aber dennoch nicht unter deren pathogenen Wirkungen leiden (= Resilienz der Wirte) (BISSET et al., 2001). Demnach hängt die Entwurmungsbedürftigkeit eines Tieres nicht allein von einer höheren Wurmbürde bzw. der vermehrten Eiausscheidung ab, sondern auch davon, wie gut sie damit umgehen können. Dies kann man sich in Zuchtprojekten zunutze machen, um auf resistente bzw. widerstandsfähige Tiere zu selektieren (EYSKER & PLOEGER, 2000; BISSET et al., 2001).

GALLIDIS et al. (2009) testeten die Eiausscheidung als TST-Parameter und fanden sie geeignet, um diejenigen Tiere zu erkennen, die eine Entwurmung nötig haben. Außerdem schien im Vergleich zu systematischen Herdenbehandlungen der Effekt auf die Wurmbürde derselbe zu sein, was sich in ähnlichen Eiausscheidungen der beiden Gruppen am Versuchsende zeigte, obwohl in der TST-Gruppe im Schnitt etwa 60 % weniger Ziegen entwurmt wurden. Allerdings findet die Untersuchung von Kotproben von Einzeltieren als Entscheidungskriterium bei Landwirten eine mäßige Akzeptanz (BOLLINGER et al., 2016), da es mit einem stark erhöhten Aufwand einhergeht: Die Einzeltierproben müssen in einem Labor ausgewertet werden und es können erst im Anschluss die Tiere für eine Entwurmung ausgewählt werden (GALLIDIS et al., 2009), hinzu kommen die Kosten für die Untersuchungen.

2. Beprobung der Weide

Die Entwicklung und das Überleben von Larven auf der Weide werden durch viele Umweltfaktoren beeinflusst, wobei sowohl den makroklimatischen Bedingungen wie auch dem Mikroklima eine bedeutende Rolle zukommt. Nicht nur Faktoren wie Temperatur, Menge und Art der Niederschläge, Feuchtigkeit, Wind und Wolkenbedeckung spielen dabei eine Rolle, sondern auch die Verdunstung, Beschaffenheit des Bodens, die Wuchshöhe und Beschaffenheit bzw. Saftigkeit der Pflanzen und die Feuchtigkeit sowie die Temperatur in den Kotballen (O'CONNOR et al., 2006).

In der vorliegenden Studie wurden die Weiden an den Betriebsbesuchen im Abstand von sechs Wochen beprobt – unabhängig von den Wetterbedingungen, so dass die Proben zum Teil auch bei Regen genommen werden mussten, welcher einen Einfluss auf die Auswanderung der Larven aus dem Kot ins Gras hat (URIARTE & GRUNER, 1994). Für die Aussage über das Vorkommen von infektiösen Larven auf der Weide im Verlauf der Saison wäre eine Beprobung bei ähnlichen Wetterverhältnissen und eventuell ein kürzeres Zeitintervall zwischen den einzelnen Besuchen besser gewesen.

Dies hätte jedoch einen variablen Zeitplan für die Probenentnahme vorausgesetzt und war nicht mit den übrigen Untersuchungen der Studie und der Planung der Besuche in Einklang zu bringen. Das Mikroskopieren der Proben wurde in einzelnen Fällen durch kleinste Beimengungen von Erde erschwert, die trotz größter Vorsicht beim Schneiden des Grases pro Betrieb in vier der 30 Proben vorkamen. In diesen Fällen sind die Ergebnisse der Auszählung kritisch zu beurteilen, da eine Erkennung von Larven beinahe unmöglich wurde. Trotz dieser Schwierigkeiten bei der Probenentnahme und -auswertung war ein Trend in der Entwicklung zu sehen: An den ersten beiden Besuchen waren keine bzw. nur wenige, im Sommer und Herbst hingegen mehr und häufiger Larven gefunden worden. Dies spricht für eine steigende Belastung der Weide mit infektiösen Larven im Verlauf des Versuches.

Eine spanische Studie auf einem Schafbetrieb mit wöchentlichen Beprobungen der Weidefläche fand deutlichere Schwankungen der Larvenzahl auf der Weide über den Verlauf der Saison: URIARTE et al. (2003) stellten in drei Zeiträumen einen Anstieg der infektiösen Larven pro Kilogramm Trockenmasse fest. Die erste Welle war von Januar bis April und entstand wahrscheinlich durch die Überwinterung der Larven auf der Weide, da die Tiere erst in dieser Zeit auf der Weide zu grasen begannen. Es folgte ein zweiter Anstieg von Juni bis Juli, vermutlich durch die im Frühjahr ausgeschiedenen Eier von Parasiten, die entweder nach der Hypobiose über den Winter wieder aktiviert wurden (v. a. *Haemonchus* spp.) oder sich bereits aus frühen Infektionen des Jahres entwickelt haben; diese Infektionswelle war laut den Autoren die wichtigste. Der dritte und letzte Anstieg der Larven auf der Weide erfolgte im Oktober bis November, wahrscheinlich durch eine neue Generation an Larven, die aus den im Sommer bzw. Herbst ausgeschiedenen Eiern entstanden war.

3. Belastung der Tiere im Verlauf der Weidesaison

Die Eiausscheidung der Tiere war in beiden Herden positiv schief verteilt, was bedeutet, dass hohen Eiausscheidungen in einem kleinen Teil der Herde auftraten; dies wurde auch in anderen Studien schon festgestellt (RINALDI et al., 2009; TORRES-ACOSTA et al., 2014). Die mittlere Eiausscheidung stieg in den Herden bis September an und erreichte Werte von 1004 EpG auf Betrieb 1 und 546 EpG auf Betrieb 2; anschließend fiel die mittlere Eiausscheidung v. a. auf Betrieb 1 wieder ab, ohne dass die untersuchten Tiere behandelt worden wären. Einen solcher Abfall der Eiausscheidung nach einem Peak im Frühjahr bzw. Sommer fanden auch DI LORIA et al. (2009), RINALDI et al.

(2009) und BENTOUNSI et al. (2012) in ihren Versuchen. In der Studie von URIARTE et al. (2003) an Schafen wurde nach einem Peak der Eiausscheidung im Sommer ein weiterer Peak im Herbst bzw. zu Beginn des Winters festgestellt, den sie auf die Wetterbedingungen im Herbst zurückführten, welche eine Entwicklung der Stadien auf der Weide begünstigten. Dieselben Autoren diskutierten in ihrer Veröffentlichung auch das Absinken der Eiausscheidung nach einem Peak und sahen als mögliche Ursache die Immunabwehr des Wirtes nach der starken Infektion an. Für das vermehrte Vorkommen von inhibierten Larven (hauptsächlich *Haemonchus* spp.) v. a. ab November machten sie sowohl die Immunantwort des Wirtes wie auch die kälteren Temperaturen verantwortlich.

Die Wurmpopulationen der in der vorliegenden Studie untersuchten Herden bestanden aus Mischinfektionen verschiedener GIN, wie sie bereits zuvor bei Ziegen in Deutschland beschrieben wurden (REHBEIN et al., 1998; VOIGT et al., 2016). Das durch die Larvenkultur ermittelte Wurmspektrum veränderte sich im Verlauf der Saison; der *Haemonchus contortus*-Anteil an den ausgezählten Larven stieg gegen Ende der Saison an und erreichte Höchstwerte von 82 % bei Betrieb 1 im September und 22 % bei Betrieb 2 im November.

Laut BESIER et al. (2010) sind Produktionsverluste durch einen subklinischen Parasitismus in einer Herde bereits ab einer mittleren Eiausscheidung von 500 EpG wahrscheinlich. Die beiden Herden in der vorliegenden Studie überschritten diesen Wert im August (Betrieb 1) bzw. September (Betrieb 2). Die höchste mittlere Eiausscheidung der Tiere (gemessen im September) war auf Betrieb 1 mit 1004 EpG beinahe doppelt so hoch wie die in der Herde von Betrieb 2.

Die hohe Eiausscheidung bei Betrieb 1 kann mit dem hohen Anteil der Spezies *H. contortus* im Betrieb zusammenhängen, welche sehr reproduktiv ist (COYNE et al., 1991b) und deren Anteil zu diesem Zeitpunkt gut fünfmal höher lag als in der Herde auf Betrieb 2. Der vergleichsweise starke Abfall der Eiausscheidung von September auf November in Betrieb 1 um 62 % (Betrieb 2: 17 %) würde sich ebenfalls mit der Speziesverteilung erklären lassen, da v. a. *H. contortus* die Eigenschaft zu haben scheint, über den Winter in ein Ruhestadium zu fallen (URIARTE et al., 2003).

4. Effekt einer Entwurmung

4.1. Einfluss einer Entwurmung auf die Eiausscheidung

Der im Versuch eingesetzte Wirkstoff Moxidectin schien auf beiden Betrieben gut zu wirken, da bei den entwurmten Tiere meist keine Eier mehr in den Kontrollproben gefunden wurden. Eine Ausnahme hiervon stellte eine Ziege dar, die auf Betrieb 2 am dritten Besuchstermin entwurmt wurde: Ihre Eiausscheidung schien zwei Wochen später unverändert zur Kotprobe vor der Entwurmung zu sein. Allerdings war die Menge der Kontrollprobe sehr gering und es wurde nur ein Ei bei der Laboranalyse gezählt, was umgerechnet auf die Probenmenge eine Eiausscheidung ähnlich der vor der Entwurmung ergab. Die am nächsten Betriebsbesuch genommene Kotprobe dieser Ziege war negativ, was auf eine erfolgreiche Entwurmung schließen lässt.

Sechs Wochen nach einer Entwurmung war die Eiausscheidung der entwurmten Tiere für jeden Entwurmungstermin noch sehr niedrig mit einer maximalen Ausscheidung von 180 EpG (Mittelwert (MW): 21,4 EpG) bei den an Besuch 3 entwurmten Tieren, bzw. von maximal 0 EpG bei den an Besuch 4 und von maximal 90 EpG (MW: 4,3 EpG) bei den an Besuch 5 entwurmten Tieren. Zwölf Wochen später gab es bei den an Besuch 3 entwurmten Tieren jedoch keinen signifikanten Unterschied zu den nicht-entwurmt Tieren mehr. Bei den an Besuch 4 entwurmt Tieren schieden die entwurmt Tiere zwölf Wochen nach der Behandlung hingegen noch immer signifikant weniger Eier aus. Verglichen mit der Studie von LEATHWICK et al. (2006a), in welcher bei den im Sommer bis Ende Herbst entwurmt Tieren die Eiausscheidung kurze Zeit nach der Entwurmung wieder anstieg (am Ende der Präpatenzzeit, nach ca. 21 Tagen), stieg die Eiausscheidung in der vorliegenden Studie nur langsam wieder an. Im Winter wurde auch in der Studie von LEATHWICK et al. (2006a) ein langsamerer EpG Anstieg beobachtet.

4.2. Einfluss einer Entwurmung auf die Milchleistung

Die Auswertung des Effektes einer Entwurmung auf die Milchleistung wurde mit Hilfe eines gemischten additiven Modelles durchgeführt, wodurch eine gleichzeitig Betrachtung mehrerer Effekte auf die Milchleistung ermöglicht wurde. Da auf Betrieb 1 nur eine sehr begrenzte Anzahl Ziegen für das Modell zur Verfügung stand, konzentrierte sich die Auswertung auf Betrieb 2, dessen Ergebnisse auch hier diskutiert werden. Im Vergleich zur gesamten Herde handelte es sich auch bei den auf Betrieb 2 entwurmt Tieren um eine relativ kleine Stichprobe.

Die Darstellung der Herdenleistung mittels Boxplots ergab, dass die Milchleistung der beiden Herden ab dem Höhepunkt der Laktation nicht konstant über die verschiedenen Monate gesunken ist, weswegen für das Modell ein additiv modellierter Monatseffekt berechnet wurde. Des Weiteren lamnten die Tiere zu unterschiedlichen Zeiten und stiegen somit verschieden in die Laktation ein. Auch dieser Effekt wurde berücksichtigt, was eine nicht signifikante, steigende Milchleistung pro Tag nach Ablammung von 0,0016 kg ergab. Dies ist widersprüchlich dazu, dass die Milchleistung der Tiere mit der fortschreitenden Laktationsdauer sank. Allerdings fand sich dieser Abfall der Milchmenge bereits im Monatseffekt wieder, weswegen der Effekt „Tage nach Ablammung“ als solcher mit Vorsicht beurteilt werden sollte und in dieser Hinsicht eher der Monatseffekt von Bedeutung ist. Erklärbar ist dies dadurch, dass die Ablammungen der Herde größtenteils zeitlich nah beieinander lagen.

Eine Entwurmung bewirkte laut dem Modell eine einmalige Anhebung der Milchleistungskurve um 0,6191 kg; jedoch musste hier noch die Wechselwirkung mit den Tagen seit der Ablammung mit berücksichtigt werden, was dazu führte, dass jede entwurmte Ziege im Schnitt 0,0021 kg pro Tag mehr in der Milch zurückging als eine nicht-entwurmte Ziege. Etwa an Tag 300 nach der Ablammung unterschieden sich daher in der Modellrechnung die entwurmten nicht mehr von den nicht-entwurmt Ziegen in ihrer Milchleistung. Je später in der Laktation eine Ziege entwurmt wurde, desto weniger stieg sie in ihrer Milchleistung nach der Behandlung. Verwurmt Tiere profitierten somit am meisten von einer Entwurmung, wenn diese früh in der Laktation stattfand. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Tiere zu Beginn der Weidesaison noch wenig mit GIN belastet waren – ein Faktor, der nicht mit in das Modell eingeflossen ist. Eine Möglichkeit, um die Wurmbelastung in die Behandlung mit einzubeziehen, stellt ein Targeted Treatment-Modell dar, wie es von LEATHWICK et al. (2006a) in ihrer Studie angewandt wurde und bei dem über Sammelkotproben der Zeitpunkt der Entwurmung der Tiergruppe bestimmt wird.

Auf Betrieb 2 gab eine entwurmte Ziege laut dem Modell je nach Entwurmungszeitpunkt bis zu 11,4 % mehr Milch (berechnet bis Tag 300 nach einer Ablammung), was auf Produktionsverluste in der Herde durch Parasitosen hindeutet. Dass Infektionen mit GIN die Milchleistung beeinträchtigen, zeigten bereits HOSTE and CHARTIER (1993); in ihrer Studie litten vor allem die Tiere mit höheren Milchleistungen unter den Parasitosen: Sie gaben 13–25 % weniger Milch nach einer experimentellen Infektion. Entwurmungen haben somit einen positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit,

allerdings fördern strategische Entwurmungen ohne einen ausreichenden Erhalt von Refugien die Verbreitung von Resistenzen (VAN WYK, 2001).

5. Targeted Selective Treatment

Die gezielte Behandlung von entwurmungsbedürftigen Tieren bietet im Vergleich zu Herdenbehandlungen die Möglichkeit, durch Erhalt von Refugien der Entwicklung von Resistenzen entgegenzuwirken (VAN WYK et al., 2006). Die Entscheidungskriterien müssen an die Umweltbedingungen und das Management auf den Betrieben angepasst werden und sollten schnell, kostengünstig und sicher sein (VAN WYK et al., 2006). Es wurden bereits in verschiedenen Studien an Schafen und/oder Ziegen TST-Systeme mit unterschiedlichen Parametern evaluiert und getestet (CHARLIER et al., 2014); einen Überblick über einige TST Studien gibt Tabelle IX-1 im Anhang.

5.1. FAMACHA®-Score

5.1.1. Validierung des FAMACHA®-Scores im Hinblick auf Anämie

Die Farbe der Augenschleimhaut als Parameter zur Beurteilung einer Anämie und somit der Stärke einer *H. contortus*-Infektion wurde in mehreren Studien untersucht. In Tabelle V-1 sind Studien aufgeführt, welche die Korrelation zwischen der Schleimhautfarbe am Auge und dem Hämatokrit berechneten. Der FAMACHA®-Score wurde zur Beurteilung der Schleimhautfarbe bei allen dieser Studien verwendet bis auf die Studie von MALAN et al. (2001), die als Vorläuferstudie zur FAMACHA®-Karte mit derselben Einteilung der Kategorien durchgeführt wurde. Die Korrelationen waren in allen Studien erwartungsgemäß negativ, da hohe FAMACHA®-Werte blassere Schleimhäute bedeuteten und diese mit niedrigen Hämatokrit-Werten korrelierten. In den Studien, welche die Schleimhautfarbe sowohl bei Ziegen als auch bei Schafen untersuchten, fiel auf, dass die Korrelationen bei Ziegen schwächer waren als bei Schafen (KAPLAN et al., 2004; KOOPMANN et al., 2006; BURKE et al., 2007). Die in der vorliegenden Studie ermittelte Korrelation zwischen Schleimhautfarbe und Hämatokrit lag mit $r = -0,279$ und $p < 0,001$ im unteren Bereich der anderen, in Tabelle V-1 aufgeführten Studien. Dabei war der Zusammenhang auf Betrieb 1 ($r = -0,239$; $p = 0,004$) etwas schwächer als auf Betrieb 2 ($r = -0,323$; $p < 0,001$), was sich möglicherweise durch die schlechteren Lichtverhältnisse im Melkstand auf Betrieb 1 erklären lässt.

Die in Tabelle V-1 aufgeführten Korrelationskoeffizienten deuten zwar auf signifikante, jedoch auf keine hohen Korrelationen zwischen der Schleimhautfarbe am Auge und dem

Hämatokrit hin. Die schon von anderen Autoren (z. B. EJLERTSEN et al., 2006; BURKE et al., 2007; SCHEUERLE et al., 2010) festgestellte weite Spannbreite der Hämatokrit-Werte für die einzelnen FAMACHA®-Scores wurde auch in der vorliegenden Studie beobachtet: Die Hämatokrit-Werte schwankten um bis zu 19,3 (Betrieb 1) bzw. 15,1 Prozentpunkte (Betrieb 2). Der Grund für diese Variationen innerhalb einer Kategorie lässt sich durch mehrere Faktoren erklären, die im Folgenden aufgeführt werden.

Tabelle V-1: Vergleich der Korrelationen zwischen Farbe der Augenschleimhaut in Form des FAMACHA®-Wertes und dem Hämatokrit-Wert verschiedener Studien

Studie	Land	Schafe	Ziegen
MALAN et al. (2001) ^{a b}	Südafrika	von $r = -0,29$; $p < 0,001$ bis $r = -0,62$; $p < 0,001$	
GAULY et al. (2004) ^b	Deutschland	$r = -0,11$, $p \geq 0,05$ und $r = -0,26$, $p < 0,01$	
KAPLAN et al. (2004) ^c	USA	$r = -0,52$, $p < 0,001$	$r = -0,30$, $p < 0,001$
KOOPMANN et al. (2006) ^c	Deutschland	$r = -0,53$; $p < 0,01$	$r = -0,32$; $p < 0,01$
BURKE et al. (2007) ^c	USA	$r = -0,238$; $p < 0,001$	$r = -0,199$; $p < 0,001$
(MAHIEU et al., 2007) ^c	Frankreich ^d		$r = -0,460$; $p < 0,0001$
DI LORIA et al. (2009) ^c	Italien	$r = -0,152$, $p < 0,001$	
SCHEUERLE et al. (2010) ^b	Schweiz		von $r = -0,318$; $p \leq 0,05$ bis $r = -0,462$; $p \leq 0,01$
TORRES-ACOSTA et al. (2014) ^c	Mexiko		$r = -0,49$, $p > 0,001$
KNUBBEN-SCHWEIZER, persönliche Mitteilung ^b	Schweiz		$r = -0,57$; $p < 0,05$

^a einzige Studie, bei der nicht die FAMACHA®-Karte verwendet wurde; Farbeinteilung war dieselbe wie auf der Karte

^b Korrelationsanalyse nach Pearson

^c Korrelationsanalyse nach Spearman

^d Studie fand in Guadeloupe (Karibik) statt

Ein Problem bei den Untersuchungen, welches in der Literatur bereits öfters beschrieben wurde (VAN WYK & BATH, 2002; GAULY et al., 2004; KOOPMANN et al., 2006), stellte die grobe Farbeinteilung auf der FAMACHA®-Karte in fünf Farbstufen dar im Vergleich zu der großen Bandbreite an Werten, welche der Hämatokrit annehmen kann. Bei Schleimhautfarben, die zwischen zwei FAMACHA®-Scores lagen, musste der Untersucher sich für eine der beiden Kategorien entscheiden. Eine weitere Unterteilung der Farbskala in zumindest 0,5er Schritte wäre für eine genauere Beurteilung sinnvoll. Der Zusammenhang zwischen der Schleimhautfarbe und dem Hämatokrit kann auch durch andere Faktoren gestört werden, welche die Schleimhautfarbe aber nicht den Hämatokrit betreffen. Dazu gehören beispielsweise eine Toxämie (SMITH & SHERMAN, 2009), Entzündung der Augen oder Stress der Tiere (DI LORIA et al., 2009). Außerdem wird die Beurteilung durch wechselnde Lichtverhältnisse erschwert, die – wie während der Untersuchungen dieser Studie festgestellt wurde – eine Abweichung im Score von einer Einheit ausmachen können. Möglichst gleichbleibende Lichtverhältnisse sind bei der Beurteilung deswegen sehr wichtig, wie auch schon KOOPMANN et al. (2006) bemerkten.

5.1.2. Zusammenhang zwischen Grad der Anämie und Eiausscheidung

Die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Hämatokrit und der Eiausscheidung konnte im Versuch nur für die an Betriebsbesuch 2 erhobenen Daten durchgeführt werden, da an den anderen Betriebsbesuchen keine Blutproben entnommen werden konnten. Zu dieser Zeit war allerdings die mittlere Eiausscheidung der beiden Herden mit 75 EpG (Betrieb 1) bzw. 245 EpG (Betrieb 2) noch sehr gering. Eine signifikante Korrelation wurde bei Betrieb 2 festgestellt, die allerdings nur sehr schwach war ($r = 0,192$, $p = 0,043$). Die positive Korrelation bedeutet, dass Tiere mit einer höheren Eiausscheidung entgegen der Erwartungen auch eher einen höheren Hämatokrit hatten. Aufgrund des niedrigen Korrelationskoeffizienten und der Tatsache, dass die Tiere zu diesem Zeitpunkt zum Großteil niedrige Eizahlen aufwiesen, darf dieses Ergebnis nicht überbewertet werden.

Der Zusammenhang zwischen der Farbe der Augenschleimhaut und der Eiausscheidung wurde unter anderem mittels einer Korrelationsanalyse untersucht. Hierbei gab es bei Betrieb 1 an drei Besuchen signifikante Korrelationen, die darauf hindeutet haben, dass Tiere mit einer höheren Eiausscheidung blassere Schleimhäute hatten. Allerdings waren diese Korrelationen nur gering und zwei der drei signifikanten Korrelationen waren an den ersten beiden Besuchen, bei denen die maximale Eiausscheidung 270 EpG

betrug. Bei Betrieb 2 wurden an den einzelnen Betriebsbesuchen keine signifikanten Korrelationen festgestellt, dafür aber bei der gemeinsamen Betrachtung aller Besuche: Hier gab es eine sehr geringe und sogar negative Korrelation. Zu weiteren Prüfung der Eignung des FAMACHA[®]-Scores als Kriterium, um Tiere mit Eiausscheidungen von ≥ 500 oder > 1000 ausfindig zu machen, wurde eine ROC-Analyse durchgeführt. Nach dieser Analyse war der FAMACHA[®]-Score für die genannte Fragestellung nicht geeignet.

Bei der Betrachtung anderer Studien, welche die Korrelationen zwischen der Schleimhautfarbe der Augen und der Eiausscheidung berechneten, fielen Unterschiede in der Stärke der jeweils ermittelten Zusammenhänge auf. Relativ hohe Korrelationen zwischen den Parametern fanden BENTOUNSI et al. (2012) bei den von ihnen untersuchten Schaflämmern ($r = 0,435$; $p < 0,05$) oder BURKE et al. (2007) bei den untersuchten adulten Schafen ($r = 0,435$; $p < 0,001$). Bei den Ziegen in der Studie von BURKE et al. (2007) war die Korrelation hingegen deutlich geringer ($r = 0,149$; $p < 0,001$); hier unterschieden sich in der mittleren Eiausscheidung die Ziegen mit den Scores 1–3 (870–975 EpG) von den Ziegen mit den Scores 4–5 (2147–2534 EpG). In der Studie von KAPLAN et al. (2004) war die Korrelation zwischen der Eiausscheidung und der Schleimhautfarbe trotz eines hohen *H. contortus*-Anteils in den Larvenkulturen (im Mittel 91 %) sowohl bei Schafen ($r = 0,21$; $p < 0,001$) wie auch bei Ziegen ($r = 0,29$; $p < 0,001$) zwar hoch signifikant aber schwach. Etwas geringer noch waren der Korrelationskoeffizient bei den Ziegen in der Studie von MAHIEU et al. (2007) mit $r = 0,196$ ($p < 0,0001$) bei *H. contortus*-Anteilen in der Larvenkultur von etwa einem bis zwei Dritteln. Dasselbe gilt auch bei den von TRAPP (2014) untersuchten Lämmern ($r = 0,173$; $p < 0,0001$) bei einem *H. contortus*-Anteil von 3–28 % oder bei den Untersuchungen von DI LORIA et al. (2009), die bei einem Anteil von 55 % *Haemonchus* in der Larvenkultur Korrelationen von $r = 0,146$ ($p < 0,001$) fanden. SCHEUERLE et al. (2010) stellten zwar an allen sechs Untersuchungsterminen eine positive Korrelation zwischen den Parametern FAMACHA[®]-Score und der Eiausscheidung fest, diese war aber nur an einem der Besuche signifikant ($r = 0,300$; $p \leq 0,05$). Eine experimentelle Infektion von Schaflämmern mit ausschließlich *H. contortus* durch GAULY et al. (2004) führte vier Wochen nach der Infektion zu signifikanten, positiven Korrelationen zwischen der Eiausscheidung und dem FAMACHA[®]-Score ($r = 0,28$; $< 0,01$), die bei der Untersuchung acht Wochen nach der Infektion aber nicht mehr vorhanden war.

In einer bislang unveröffentlichten Studie aus der Schweiz (KNUBBEN-SCHWEIZER, persönliche Mitteilung) wurde bei einer dominierenden Infektion von *H. contortus* zwischen der Eiausscheidung und dem Hämatokrit ein stärkerer Zusammenhang gefunden ($r = -0,44$; $p < 0,05$) als zwischen der Eiausscheidung und dem FAMACHA[®]-Score ($r = -0,30$; $p < 0,05$). Auch bei den Untersuchungen von SCHEUERLE et al. (2010) korrelierte die Eiausscheidung mit dem Hämatokrit öfter (an vier von sechs Untersuchungsterminen signifikant) als mit dem FAMACHA[®]-Score (an nur einem Besuch signifikant). TORRES-ACOSTA et al. (2014) konnten in ihrer Studie, in welcher der *H. contortus*-Anteil bei knapp 60 % lag, keinen Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und dem FAMACHA[®]-Score, aber dafür eine schwache negative Korrelation ($r = -0,32$; $p < 0,001$) zwischen Eiausscheidung und Hämatokrit feststellen. Eine ähnliche Korrelation zwischen dem Hämatokrit und der Eiausscheidung ($r = -0,325$; $p < 0,001$) fanden MAHIEU et al. (2007); die Korrelation zur Schleimhautfarbe war auch in dieser Studie geringer ($r = 0,196$; $p < 0,001$). Die Tatsache, dass in den genannten Studien der Hämatokrit besser als die Schleimhautfarbe mit der Eiausscheidung korrelierte, lässt sich dadurch erklären, dass zwischen dem FAMACHA[®]-Score und dem Hämatokrit kein starker Zusammenhang. Der Hämatokrit schien etwas besser für die Abschätzung der Eiausscheidung gewesen zu sein, obwohl auch hier keine starken Korrelationen vorlagen.

5.1.3. Unterschiede zwischen Schafen und Ziegen

Der ursprünglich für Schafe entwickelte FAMACHA[®]-Score scheint nicht eins zu eins auf Ziegen übertragbar zu sein, was sich unter anderem in den schlechteren Korrelationen zwischen dem Score und dem Hämatokrit zeigt (Tabelle V-1). Der Schwellenwert für eine Behandlung sollte laut VATTA et al. (2001) bei Ziegen niedriger angesetzt werden als bei Schafen (Behandlung bei einem Score ≥ 3 statt ≥ 4). In der Studie von TORRES-ACOSTA et al. (2014) hatten jedoch sehr viele Tiere einen Score von 3, weswegen man hier eine Entwurmung ab dem Wert 4 als praktikabel ansah. Auch im vorliegenden Versuch hatten nur etwa 10 % der Tiere einen Score von 1 oder 2, wodurch bei einem Schwellenwert von ≥ 3 der Großteil der Herde hätte entwurmt werden müssen. Einen weiteren Unterschied bei den Schleimhautfarben zwischen Ziegen und Schafen stellten KOOPMANN et al. (2006) fest, die bei Ziegen im Gegensatz zu Schafen kein einziges Mal einen FAMACHA[®]-Score von 1 (rot) ermittelten; im vorliegenden Versuch wurde dieser Wert über den gesamten Versuchszeitraum nur vier Mal gefunden und das ausschließlich bei einjährigen Ziegen.

5.1.4. Bewertung des FAMACHA®-Scores als TST-Parameter

Die Beurteilung der Schleimhautfarbe mit der FAMACHA®-Karte war nach einiger Übung einfach durchzuführen und nahm nur wenig Zeit in Anspruch. In den meisten Studien waren jedoch nur schwache Korrelationen zwischen dem FAMACHA®-Score und der Eiausscheidung feststellbar. Die unterschiedlichen Ergebnisse verschiedener Studien hinsichtlich des Zusammenhangs der beiden Parameter sind dadurch erklärbar, dass die Schleimhautfarbe bzw. der Hämatokrit nicht nur durch eine Infektion mit GIN (und hier speziell *H. contortus*) beeinflusst werden. Faktoren, die nur die Schleimhautfarbe beeinflussen, wurden in Kapitel V.5.1.2 bereits aufgeführt. Hinzu kommen physiologische Einflüsse wie zum Beispiel Reproduktionsparameter: MILLER et al. (2011) fanden, dass der Hämatokrit am niedrigsten zur Zeit des Absetzens der Lämmer war, wobei die Mutterschafe mit zwei Lämmern die geringsten und die Schafe, die nicht gelammt hatten, die höchsten Hämatokrit-Werte aufwiesen. Dieser Zusammenhang zwischen der Lämmeranzahl und dem Hämatokrit bestand auch in der vorliegenden Studie in geringem Maße ($r = -0,243$; $p < 0,001$). Auch die Laktationsnummer scheint eine Rolle zu spielen: In der vorliegenden Studie hatten Tiere mit höheren Laktationsnummern einen signifikant niedrigeren Hämatokrit ($r = -0,492$; $p < 0,001$) und auch blässere Schleimhäute ($r = -0,412$; $p < 0,001$) als Tiere mit niedrigeren Laktationsnummern. Bei den Tieren auf Betrieb 1 schien auch die Milchleistung mit dem Hämatokrit zu korrelieren ($r = -0,429$; $p < 0,001$), allerdings gab es auf diesem Betrieb auch einen positiven Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Laktationsnummer. Bei Betrieb 2 hatte die Milchleistung keinen Einfluss auf den Hämatokrit. ALBERS et al. (1987) fanden einen Zusammenhang zwischen dem Absetzgewicht und dem Hämatokrit bei Lämmern, wobei schwerere Lämmer einen höheren Hämatokrit hatten. Die Schleimhautfarbe bzw. der Hämatokrit können weiterhin durch Unterschiede in der Rasse (GAULY et al., 2004; DI LORIA et al., 2009), durch die Fütterung (GAULY et al., 2004; DI LORIA et al., 2009; SCHEUERLE et al., 2010) und durch die Virulenz des *H. contortus*-Stammes (DI LORIA et al., 2009) beeinflusst werden. Auch die Erfahrung bei der Anwendung der FAMACHA®-Karte kann eine Rolle spielen (VATTA et al., 2001; BURKE et al., 2007). Neben *H. contortus* können auch andere Parasiten, wie z. B. Leberegel (ROJO-VÁZQUEZ et al., 2012), oder Spurenelementmängel sowie zahlreiche andere Erkrankungen zu einer Anämie führen (SMITH & SHERMAN, 2009).

Die Validierung der Schleimhautfarbe als TST-Parameter mittels Eiausscheidung wird dadurch erschwert, dass die Ausprägung einer parasitenbedingten Anämie davon

abhängt, wie gut das Tier mit der Infektion umgehen kann (MALAN et al., 2001; BURKE et al., 2007) und wie groß der Anteil an *H. contortus* in der Parasitenpopulation ist (KOOPMANN, 2007). Bei der Beurteilung des Parameters Schleimhautfarbe ist es also nicht verwunderlich, dass die verschiedenen, oben aufgeführten Studien – die sich sowohl in ihrem Design als auch in den Bedingungen vor Ort unterschieden – zu unterschiedlichen Ergebnissen kamen. Einige Studien sahen dieses System als geeignet an, um behandlungsbedürftige Tiere zu identifizieren (VATTA et al., 2001; BURKE et al., 2007; MAHIEU et al., 2007; MILLER et al., 2011) und Todesfälle durch Haemonchose zu vermeiden (MALAN et al., 2001); zumeist waren dies Studien, die in Gegenden mit einem hohen Anteil an *H. contortus* durchgeführt wurden. Andere Studien sahen den FAMACHA[®]-Score zwar für die Identifikation von anämischen Tieren geeignet, aber nicht um als alleiniger Parameter die Belastung mit GIN zu beurteilen (KOOPMANN et al., 2006; SCHEUERLE et al., 2010; BENTOUNSI et al., 2012). Vor allem bei schwächeren Infektionen mit *H. contortus* können die Veränderungen im Hämatokrit zu gering sein, um sie mit dem FAMACHA[®]-Score nachzuweisen (BURKE et al., 2007). Bei Mischinfektionen, wie es in der vorliegenden Studie der Fall war, ist der FAMACHA[®]-Score als alleiniger Parameter anscheinend nicht ausreichend, um die Eiausscheidung der Tiere vorherzusagen.

5.1.5. FAMACHA[®]-Score an der Scheidenschleimhaut

Für die Akzeptanz eines TST-Systems durch den Landwirt ist es wichtig, dass dieses einfach und schnell durchzuführen ist (VAN WYK et al., 2006). Bei Milchziegen würde sich eine klinische Untersuchung während des Melkens anbieten, da hier der Landwirt mit jeder laktierenden Ziege zweimal täglich in Kontakt kommt. Die Untersuchung der Augenschleimhautfarbe im Melkstand ist allerdings wenig praktikabel. Die Beurteilung der Schleimhautfarbe an der Scheide anstatt am Auge wäre hier von Vorteil.

In der vorliegenden Studie wurde der Zusammenhang zwischen der Schleimhautfarbe an der Scheide mit dem Hämatokrit untersucht. Eine signifikante Korrelation wurde nur bei Betrieb 1 festgestellt, auf dem Tiere mit blasserem Schleimhäuten an der Scheide (höherer Score) eher niedrigere Hämatokrit-Werte aufwiesen; allerdings war dieser Zusammenhang nur sehr gering ($r = -0,195$; $p = 0,020$). Auf Betrieb 2 war kein Zusammenhang der beiden Parameter feststellbar. Beim direkten Vergleich zwischen der Schleimhautfarbe an der Scheide und am Auge wurde ebenfalls nur ein geringer Zusammenhang festgestellt; der FAMACHA[®]-Score der Scheide stimmte nur zu etwa 50 % mit dem der Augenschleimhaut überein. Zu den Faktoren, welche die

Scheidenschleimhaut beeinflussen, gehören z. B. der Zyklusstatus (Rötung der Scheidenwand im Oestrus) (ENGUM & LYGSET, 1970) oder eine Entzündung der Schleimhaut (BEINEKE & KLOPFLEISCH, 2015). Nach den Ergebnissen dieser Studie ist die Beurteilung der Schleimhautfarbe am Auge als TST-Score nicht durch die Beurteilung der Schleimhautfarbe an der Scheide ersetzbar.

5.2. Körperkondition

5.2.1. Zusammenhang zwischen Körperkondition und Eiausscheidung

Die Korrelationsanalyse der vorliegenden Studie ergab einen signifikanten, positiven Zusammenhang zwischen der Körperkondition und der Eiausscheidung an einem Betriebsbesuch auf Betrieb 1 und an zwei Besuchen auf Betrieb 2; dies deutete darauf hin, dass Tiere mit einer schlechteren Körperkondition (höherer Score) eine höhere Eiausscheidung hatten. Über den gesamten Versuchszeitraum hinweg berechnet korrelierten die beiden Parameter hingegen negativ, wobei dieser Zusammenhang zwischen einer hohen Eiausscheidung und einer guten Körperkondition bei Betrieb 2 aufgrund eines niedrigen Korrelationskoeffizienten und einem nur knapp signifikanten p-Wert nicht überbewertet werden sollte ($r = -0,073$; $p = 0,045$). Auf Betrieb 1 wurden höhere Korrelationskoeffizienten über den gesamten Versuchszeitraum ermittelt, die aber ebenfalls nur auf einen schwachen, negativen Zusammenhang hindeuteten ($r = -0,209$; $p < 0,001$). Die Aussagekraft der Körperkondition hinsichtlich der Wurmbelastung wurde zusätzlich durch eine ROC-Analyse für die Schwellenwerte $EpG \geq 500$ und $EpG > 1000$ durchgeführt; auch diese Ergebnisse ließen auf die Unbrauchbarkeit der Körperkondition für die Vorhersage einer hohen Eiausscheidung im Versuch schließen.

BURKE et al. (2007) untersuchten in ihrer Studie ebenfalls die Körperkondition als TST-Parameter für adulte Tiere. Sowohl bei Schafen ($r = -0,156$; $p < 0,003$) wie auch bei Ziegen ($r = -0,209$; $p < 0,001$) wurden schwache Korrelationen gefunden, die auf eine umso höhere Eiausscheidung hindeuteten, je dünner die Tiere waren. Diesen Zusammenhang fand auch TRAPP (2014) bei Schaflämmern in zwei von vier Gruppen ($r = -0,362$; $p < 0,0001$ und $r = -0,135$; $p = 0,0286$) und MAHIEU et al. (2007) bei Ziegen ($r = 0,098$; $p < 0,0001$). Bislang unveröffentlichte Untersuchungen aus der Schweiz (KNUBBEN-SCHWEIZER, persönliche Mitteilung) ergaben, dass Tiere mit dem schlechtesten von drei möglichen Körperkondition-Scores signifikant höhere Eiausscheidungen aufwiesen als Tiere der beiden anderen Kategorien. Keinen

Zusammenhang zwischen den beiden Parametern fanden hingegen OUZIR et al. (2011) in ihrer Studie an Schafen. Die Untersuchung des Körpergewichts von Lämmern durch BENTOUNSI et al. (2012) ergab ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zur Eiausscheidung.

Bei Lämmern steht zusätzlich zur Körperkondition bzw. dem Körpergewicht auch die tägliche Gewichtszunahme als Parameter für ein TST zur Verfügung. In der Studie von TRAPP (2014) war unter allen untersuchten Parametern die Gewichtszunahme am vielversprechendsten mit einer negativen Korrelation zwischen dieser und der Eiausscheidung ($r = -0,277$; $p < 0,0001$). STAFFORD et al. (2009) stellten wiederum keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Gewichtszunahme fest. Ein komplexes Modell von GREER et al. (2009) berechnete für jedes Tier individuell die zu erwartende Gewichtszunahme anhand der möglichen Nährstoffaufnahme und verglich diese mit den tatsächlichen Zunahmen. Laut GREER et al. (2009) wurden mit diesem Modell erfolgreich die behandlungsbedürftigsten Tiere in der Herde ausfindig gemacht. Die Gewichtszunahme als TST-Parameter ist in erster Linie für Betriebe geeignet, bei denen ein automatisches Wiegesystem vorhanden ist (STAFFORD et al., 2009), da Bereitschaft der Landwirte, die Lämmer für ein TST monatlich zu wiegen, laut einer Fragebogenstudie unter allen abgefragten Entscheidungskriterien am geringsten war (BOLLINGER et al., 2016).

5.2.2. Bewertung der Körperkondition als TST-Parameter

Die Ermittlung der Körperkondition konnte schnell, einfach und ohne weitere Hilfsmittel durchgeführt werden. Im Gegensatz zum Körpergewicht hat sie den Vorteil, dass sie nicht von der Körpergröße abhängig ist (VAN WYK & BATH, 2002). In den oben aufgeführten Studien konnten ebenso wie in der vorliegenden Studie entweder keine oder nur geringe Korrelationen zwischen der Eiausscheidung und der Körperkondition ermittelt werden. Dieser mangelnde Zusammenhang kann daran liegen, dass die Körperkondition nicht spezifisch für eine Erkrankungen mit GIN ist (MOLENTO et al., 2011) ist, sondern von vielen verschiedenen Krankheiten (VAN WYK & BATH, 2002) sowie der Fütterung (VAN WYK & BATH, 2002; VATTA et al., 2002) beeinflusst wird. Auch das Alter der Tiere und die Reproduktionsleistungen (wie z. B. die Anzahl geborener Lämmer oder die Hochlaktation) spielen eine Rolle (CONSTANTINO, 1989). In der vorliegenden Studie wurde ein Zusammenhang zwischen der Körperkondition und der Zeit gesehen ($r = -0,223$; $p < 0,001$), der die Verbesserung der Kondition im Verlauf der Laktation beschreibt – obwohl in der

gleichen Zeit die Eiausscheidung steigt. Hatten zu Beginn der Studie knapp die Hälfte (Betrieb 1) bzw. ein Drittel (Betrieb 2) der Tiere eine schlechte Körperkondition, so waren es zu Versuchsende im November bei beiden Betrieben nur noch etwa 10 %. Eine mögliche Erklärung für die schlecht genährten Tiere zu Versuchsbeginn ist die zurückliegende Trächtigkeit und die darauf folgende Hochlaktation. LARSEN et al. (1995) stellten in zwei der drei untersuchten Schäfereien Gewichtszunahmen der Mutterschafe in der Zeit von fünf Wochen vor der Ablammung bis zum Absetzen der Lämmer (13–15 Wochen nach der Ablammung) fest. Dabei nahmen die Tiere ohne Lämmer signifikant mehr an Gewicht zu als Tiere mit Lämmern. Auch in der Studie von MILLER et al. (2011) wogen Mutterschafe ohne Ablammung mehr als solche mit Lämmern.

Die Validierung der Körperkondition als TST-Parameter mittels Eiausscheidung wird dadurch erschwert, dass akute Infektionen mit dem blutsaugende *H. contortus* über die Körperkondition im Gegensatz zum FAMACHA®-Score wahrscheinlich nicht erkannt werden (BURKE et al., 2007). Zudem hängt die Körperkondition ebenso wie andere klinische Parameter davon ab, wie gut der Wirt mit einer hohen Wurmbürde umgehen kann (BISSET & MORRIS, 1996). Während manche Studien die Körperkondition (OUZIR et al., 2011) bzw. die Gewichtszunahmen bei Lämmern (BENTOUNSI et al., 2012) als Parameter für ein TST als ungeeignet beurteilen, könnte ein möglicher Nutzen der Beurteilung der Körperkondition in der Kombination mit anderen Parametern liegen (MAHIEU et al., 2007; TORRES-ACOSTA et al., 2014). Auch GALLIDIS et al. (2009) fanden die Körperkondition als Selektionskriterium für eine Behandlung geeignet; allerdings lag diese hinter den anderen Parametern, die in ihrer Studie getestet wurden (Eiausscheidung und der Milchleistung) zurück.

5.3. Kotkonsistenz

5.3.1. Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Eiausscheidung

In der vorliegenden Studie wurden nur bei Betrieb 2 signifikante Korrelationen zwischen der Kotkonsistenz und der Eiausscheidung gefunden. Dies war zum einen an Besuch 2 ($r = 0,353$; $p < 0,001$) und zum anderen an Besuch 4 ($r = -0,310$; $p = 0,019$). Zu beachten ist hierbei, dass an Besuch 2 die Korrelation wie erwartet positiv war (Tiere mit dünnem Kot hatten eher eine höhere Eiausscheidung), an Besuch 4 hingegen umgekehrt (negative Korrelation). An allen anderen Besuchen gab es keine signifikanten Zusammenhänge.

CABARET et al. (2006), BROUGHAN and WALL (2007) und OUZIR et al. (2011) konnten in ihrer Studie Zusammenhänge zwischen der Kotkonsistenz bzw. dem Verschmutzungsgrad der Perinealregion und der Eiausscheidung ausmachen, wobei die Korrelation bei CABARET et al. (2006) abhängig von der Jahreszeit war. Mit der Kotkonsistenz als TST-Parameter wurden von BENTOUNSI et al. (2012) gut 80 % der Lämmer mit hohen Eiausscheidungen entdeckt (Korrelation: $r = 0,497$; $p < 0,05$). Die genannte, bislang unveröffentlichte Studie aus der Schweiz (KNUBBEN-SCHWEIZER, persönliche Mitteilung) fand hingegen keinen Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Kotkonsistenz. In der Studie von TRAPP (2014) bestand lediglich in einer von vier Tiergruppen ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Verschmutzungsgrad der Perinealregion und der Eiausscheidung ($r = 0,395$; $p < 0,0001$). Auch LARSEN et al. (1994) untersuchten die Verschmutzung der Perinealregion an erwachsenen Schafen und stellten keinen Zusammenhang zur Eiausscheidung fest.

5.3.2. Bewertung der Kotkonsistenz als TST-Parameter

Von allen in der Studie untersuchten Parametern war die Bestimmung der Kotkonsistenz am aufwendigsten, da hierfür die rektale Entnahme von Kotproben notwendig war. Konnte kein Kot provoziert werden, wurde die Verschmutzung der Perinealregion zur Abschätzung der Kotkonsistenz hinzugezogen. Die Kotkonsistenz der Tiere auf den beiden Studienbetrieben schwankte im Verlauf der Saison, während die Eiausscheidung über die gleiche Zeit anstieg und erst im November wieder zurückging. Korrelationen zur Eiausscheidung wurden nicht oder in einem widersprüchlichen Ausmaß gefunden. Erklärbar ist dies unter anderem dadurch, dass neben den Durchfallerregern auch *H. contortus* in den Herden vorhanden war, welcher selten Durchfall hervorruft und eher zu einem härterem Kot führt (SCHNIEDER, 2006). Außerdem können Durchfälle bzw. weicher Kot neben Parasitosen durch sehr viele andere Erkrankungen entstehen (SMITH & SHERMAN, 2009). Auch die Fütterung hat einen Einfluss auf die Kotkonsistenz: BESIER et al. (2010) und BROUGHAN and WALL (2007) sahen eine Verbindung zwischen einem starken Wachstum der Weide und der Verschmutzung der Perinealregion bzw. dem Auftreten von Durchfällen. Im vorliegenden Versuch bestand zudem eine schwache Korrelation zwischen der Laktationsnummer und der Kotkonsistenz, die auf Betrieb 2 ($r = -0,208$; $p < 0,001$) höher war als auf Betrieb 1 ($r = -0,098$; $p = 0,004$). Dies deutete darauf hin, dass zumindest bei Betrieb 2 Tiere mit niedrigeren Laktationsnummern eher einen weicheren Kot hatten. Nach der Studie von

LARSEN and ANDERSON (2000) spielt die Widerstandsfähigkeit eines Tieres gegenüber einer GIN-Infektion eine große Rolle, ob sich Durchfälle entwickeln oder nicht. Problematisch bei der Beurteilung der Kotkonsistenz als TST-Parameter mittels Eiausscheidung ist außerdem, dass die Kotkonsistenz einen Einfluss auf die Eiausscheidung pro Gramm Kot hat (ZAJAC, 2006).

Trotz dieser Nachteile sehen BENTOUNSI et al. (2012) die Kotkonsistenz bzw. BROUGHAN and WALL (2007) und STAFFORD et al. (2009) den Grad der Verschmutzung um die Afterregion zumindest bei Lämmern als mögliche TST-Parameter geeignet. Die Untersuchung der Kotkonsistenz erfordert jedoch das Beurteilen des Kotes aller Tiere, was zeitintensiv ist; CABARET et al. (2006) hält deswegen die Kotkonsistenz eher als Indikator für die Entwurmung einer ganzen Herde für geeignet.

5.4. Milchleistung

Eine vielversprechende Methode für Milchbetriebe scheint der Parameter Milchleistung zu sein: Studien, in denen nur Tiere mit Milchleistungen über einem bestimmten Schwellenwert (GALLIDIS et al., 2009) oder nur diejenigen mit den höchsten Milchleistungen und die Erstlaktierenden (HOSTE et al., 2002b; HOSTE et al., 2002a) entwurmt wurden, stellten in den TST-Gruppen Eiausscheidungen vergleichbar mit denen der systematischen Behandlungsgruppe fest. Das Prinzip dahinter beruht auf Ergebnissen von Studien, die besagen, dass Ziegen mit hohen Milchleistungen anfälliger für Parasitosen sind (HOSTE & CHARTIER, 1993; CHARTIER & HOSTE, 1997).

In der vorliegenden Studie lagen jedoch nur bei Betrieb 2 an Besuch 5 signifikante, schwache Zusammenhänge zwischen der Milchleistung und der Eiausscheidung vor: Hier hatten Ziegen mit niedrigeren Milchleistungen eher höhere Eiausscheidungen. Dies zeigte sich auch im Vergleich der 25 % der Tiere mit der höchsten und den 25 % mit den niedrigsten Milchleistungen und steht im Gegensatz zu den oben erwähnten Schlussfolgerungen der Studien von HOSTE and CHARTIER (1993) und CHARTIER and HOSTE (1997), die Tieren mit einer hoher Milchleistung eine geringere körperliche Abwehr der Trichostrongyliden nachsagen. Das Ergebnis der vorliegenden Studie weist hingegen eher auf einen durch stärkere Infektionen entstandenen Milchverlust hin, was sich auch in den gesteigerten Milchleistungen nach einer Entwurmung zeigt. Über den Großteil der Betriebsbesuche bestand kein Zusammenhang zwischen der Milchleistung und der Eiausscheidung. Die im März als hochleistend definierten Tiere hatten hierbei

im Verlauf der Weidesaison keinen messbaren Nachteil hinsichtlich der Parasitenbelastung im Vergleich zu den Tieren mit niedrigen Leistungen.

6. Einschränkungen im Versuchsaufbau

Die vorliegende Studie wurde auf zwei kommerziellen Milchziegenbetrieben durchgeführt. Auf diesen war keine Teilung der Herden in zwei Behandlungsgruppen (TST vs. Kontrollgruppe) möglich, was zur Beurteilung der Effektivität des TST-Schemas im Vergleich zu strategischen Behandlungen wünschenswert gewesen wäre. Des Weiteren wurden Tiere im Verlauf der Saison aus wirtschaftlichen Gründen verkauft oder geschlachtet und konnten somit nicht über den gesamten Zeitraum beobachtet werden. Auch bei der Anzahl der Entwurmungen mussten die wirtschaftlichen Verluste durch die Wartezeit auf die Milch berücksichtigt werden, welche in den beiden ökologisch wirtschaftenden Betrieben zwei Wochen ab der Entwurmung betrug. Das Projekt war außerdem im Zusammenhang mit einer landwirtschaftlichen Studie zur Kurzrasenweide (STEINER, 2015) entstanden, die auf eine Weidesaison festgelegt war, wodurch Aussagen über die weitere Entwicklung der Parasitenbelastung nicht möglich waren. Eine klassische Kurzrasenweide – wie sie ursprünglich von den Betriebsleitern angestrebt wurde und für den Versuch vorgesehen war – wurde auf beiden Betrieben nicht erreicht, da dafür der Weideaufwuchs zu hoch war (STEINER, 2015).

Da es aufgrund zeitlicher und finanzieller Einschränkungen nicht möglich war, Kotproben bei jedem Besuch von jedem Einzeltier zu untersuchen, wurden zu Beginn und am Ende der Studie von allen Tieren Kotproben genommen. An den Besuchen 3, 4 und 5 wurde eine repräsentative Stichprobe aus der Herde gewählt, um den Grad der Verwurmung zu bestimmen.

Die Entnahme der Blutproben erfolgte im Zusammenhang mit der jährlich stattfindenden CAE-Beprobung, die auf den zweiten Betriebsbesuch fiel. Weitere Blutproben konnten nicht genommen werden, was Vergleiche zwischen der Schleimhautfarbe bzw. der Eiausscheidung und dem Hämatokrit-Wert auf diesen Besuch beschränkte. Dies ist jedoch weniger gravierend, da es bereits einige Studien gibt, die den Zusammenhang zwischen dem Hämatokrit und dem FAMACHA[®]-Score untersucht haben und auf die bei der Beurteilung der Schleimhautfarbe als Indikator einer Anämie zurückgegriffen werden kann.

7. Schlussfolgerungen

Resistenzen gegenüber Anthelminthika sind in Europa weit verbreitet (ROSE et al., 2015). Sie können die Wirtschaftlichkeit einer Tierhaltung stark beeinträchtigen und sogar zu deren Aufgabe führen (SARGISON et al., 2005). Da es nicht möglich ist, sich in der Parasitenkontrolle auf die Entwicklung neuer Medikamente oder die Rückentwicklung resistenter Würmer zu empfänglichen Wurmpopulationen zu verlassen, müssen neue Strategien für den Einsatz von Anthelminthika angewandt werden (KAPLAN, 2004; KAPLAN & VIDYASHANKAR, 2012). Eine wichtige Methode, um die Entwicklung von Resistenzen zu verlangsamen, stellt dabei das Refugien-Prinzip dar (VAN WYK, 2001).

Die gezielte Behandlung von Tieren in einer Herde (TST) hat den Nachteil, dass durch die höheren Wurmbelastungen Produktionsverluste entstehen können, wie es in den Studien von MILLER et al. (2011) und LEATHWICK et al. (2006a) der Fall war. Andere Studien hingegen fanden – verglichen mit systematischen Behandlungen – keine signifikanten Unterschiede in der Produktionsleistung (HOSTE et al., 2002a; GALLIDIS et al., 2009; STAFFORD et al., 2009; GABA et al., 2010; KENYON et al., 2013). Ein weiterer Nachteil des TST ist der gesteigerte Arbeitsaufwand, der durch die Anwendung entsteht (KOOPMANN et al., 2006; MILLER et al., 2011). Für Industrieländer, in denen die Arbeitszeit kostbar ist, sehen GABA et al. (2012) eine zufällige Auswahl von Tieren für eine Behandlung als eine Alternative für eine nachhaltige Parasitenkontrolle an, wenn ein TST-System nicht vom Betrieb akzeptiert wird. Auch ein Targeted Treatment-System kann eine praktikable Alternative zum TST darstellen (CHARLIER et al., 2014). Auf der anderen Seite werden durch die reduzierte Anzahl an Behandlungen durch ein TST-System Kosten für das Anthelminthikum eingespart (BURKE et al., 2007; GALLIDIS et al., 2009; MILLER et al., 2011) und Refugien für empfängliche Wurmpopulationen vergrößert bzw. erhalten (LEATHWICK et al., 2006a; BURKE et al., 2007). Anzeichen dafür, dass der Ausbreitung von Resistenzen durch den Einsatz des TST-System entgegengewirkt werden kann, lieferten Studien von LEATHWICK et al. (2006b) und WAGHORN et al. (2008).

Es stellt sich nun die Frage, wie viele Tiere in der Herde unbehandelt bleiben müssen, um ein ausreichend großes Refugium zu erhalten. Bereits MARTIN et al. (1981) haben gezeigt, dass sich Resistenzen langsamer ausbreiten, je größer die Refugien sind. Es wird aber vermutet, dass es ab einer gewissen Größe zu keiner weiteren Verbesserung hinsichtlich des Resistenzstatus in der Herde kommt (WAGHORN et al., 2009). Wie

viele Tiere unbehandelt bleiben müssen, um einen ausreichenden Effekt auf die Resistenzentwicklung zu erreichen, hängt vom Klima, dem Betrieb und dessen Management, dem Anteil an Resistenzen in der Parasitenpopulation und dem verwendeten Anthelminthikum ab (WAGHORN et al., 2008). Auch die Größe der Herde und der Grad der Belastung mit Parasiten sowie deren Pathogenität und saisonales Auftreten spielen eine Rolle bei der erfolgreichen Anwendung eines TST (GABA et al., 2010). Es gilt, eine Balance zwischen dem Nutzen und den mit dem TST verbundenen potenziellen Produktionsverlusten zu finden (WAGHORN et al., 2008).

In Milchziegenbetrieben in Deutschland ist es weit verbreitet, die Entwurmung der Herde in der Trockenstehzeit durchzuführen (SIEBER, 2014), da die Wartezeiten auf die Milch mindestens sieben Tage betragen (TÄHAV). Durch subklinische Infektionen mit GIN entstehen während der Laktation jedoch nicht zu vernachlässigende Milchverluste (HOSTE & CHARTIER, 1993). Eine Entwurmung der Tiere in der vorliegenden Studie ergab laut einem Modell eine Steigerung der Milchleistung von bis zu 11,4 %. Eine Möglichkeit, um Infektionen mit GIN in Milchziegenherden zu kontrollieren, stellt die gezielte Behandlung der Tiere während der Laktation zusätzlich zu der systematischen Behandlung der Herde bei der Aufstallung dar (HOSTE et al., 2002b). Durch die Entwurmung einzelner Tiere sinkt die Parasitenanzahl auf der Weide, wovon auch Tiere, die nicht behandelt werden, profitieren (LEATHWICK et al., 2006a; STAFFORD et al., 2009). Das TST muss jedoch an die in einer Herde vorhandenen Parasitenstadien (BATH & VAN WYK, 2009), an die Umweltbedingungen und an das Managementsystem (BESIER et al., 2010) angepasst werden und sollte in ein ganzheitliches Parasitenmanagement integriert werden (GABA et al., 2010).

Der in dieser Studie untersuchte TST-Score beinhaltete die Parameter Schleimhautfarbe, Körperkondition und Kotkonsistenz. Keiner der Parameter schien in den beiden Betrieben für die Erkennung einer hohen Eiausscheidung geeignet zu sein, weder einzeln noch in der Kombination aller drei Parameter. Auch die Milchleistung konnte in den Studienbetrieben eine hohe Eiausscheidung nicht anzeigen. Die Ursache für diese mangelnden Korrelationen liegt zum einen darin, dass die verschiedenen Parameter nicht spezifisch für Parasitosen sind und zum anderen in der Tatsache, dass bei beiden Betrieben Mischinfektionen von *H. contortus* und nicht-hämatophagen Nematoden vorlagen, deren Verhältnis sich im Verlauf der Saison geändert hat. Letzteres erklärt jedoch nicht, dass auch die Kombination der drei Parameter nicht geeignet zu sein schien. Außerdem hat die Evaluation der TST-Parameter mittels der Eiausscheidung

den Nachteil, dass nicht unbedingt Tiere mit einer hohen Eiausscheidung auch stärker darunter leiden (BISSET & MORRIS, 1996). Das Ziel eines TST-Schemas sollte es laut BATH and VAN WYK (2009) sein, die gesunden Tiere der Herde ausfindig zu machen und diese unbehandelt zu lassen, nach dem Motto „Leave the best, treat the rest“. Eine Kombination verschiedener Parameter kann dafür hilfreich sein (BATH & VAN WYK, 2009). Es empfiehlt sich, neben dem TST routinemäßig Sammelkotproben untersuchen zu lassen (STAFFORD et al., 2009), zumindest in den Zeiten, in denen eine hohe Wurmbelastung erwartet wird (BESIER et al., 2010).

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Anwendung und Evaluation eines Targeted Selective Treatment in kommerziellen Milchziegenbetrieben

Die Milchziegenhaltung in Deutschland gewinnt zunehmend an Bedeutung und viele der Betriebe mit Milchziegen betreiben Weidehaltung. Die Haltung von kleinen Wiederkäuern auf der Weide und je nach Düngemanagement auch die Grünfütterung im Stall gehen mit Infektionen mit gastrointestinalen Nematoden (GIN) einher. Um wirtschaftliche Verluste zu vermeiden, ist die Kontrolle der Parasiten essentiell. Diese wird durch das vermehrte Auftreten von Resistenzen und die Wartezeitproblematik in der Milchziegenhaltung erschwert. Ein neuer Ansatz in der Parasitenkontrolle stellt die selektive Behandlung (Targeted Selective Treatment, TST) von Tieren dar.

In dieser Studie wurde ein TST-Score in zwei deutschen, kommerziellen Milchziegenbetrieben erprobt. Bei den Betriebsbesuchen, die in sechswöchigen Abständen von April bis November stattfanden, wurden die ca. 360 Ziegen der Rassen Bunte Deutsche Edelziege und Weiße Deutsche Edelziege nach einem kombinierten TST-Score beurteilt. Die darin enthaltenen Parameter waren die Schleimhautfarbe am Auge (FAMACHA®-Karte: Score 1 (rot) – 5 (weiß)), die Körperkondition (Score 0 (gut/durchschnittlich genährt) – 2 (abgemagert)) und die Kotkonsistenz (Score 0 (geformt) – 3 (wässrig)). Konnte kein Kot provoziert werden, wurde die Kotkonsistenz anhand des Grades der Verschmutzung der Anogenitalregion abgeschätzt. Zusätzlich wurde die Schleimhautfarbe auch an der Scheide bestimmt, um diese als möglichen Ersatz zur Farbe der Augenschleimhaut zu evaluieren. Zur Evaluation der Schleimhaut-Scores als Indikatoren für eine Anämie wurden an einem Betriebsbesuch Blutproben im Rahmen der CAE-Beprobung entnommen und der Hämatokrit-Wert bestimmt. Über individuelle Kotproben wurde die Entwicklung der Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) über den Verlauf der Laktation beobachtet und mittels Larvenkultur und anschließendem Auswanderungsverfahren von Sammelproben das Spektrum der vorherrschenden Wurmart zu Beginn und Ende des Versuches bestimmt. Außerdem wurden Kotproben auf Infektionen mit Leberegel, Bandwürmern und Lungenwürmern untersucht. An allen Besuchen wurden zudem Weideproben entnommen und auf das Vorkommen von infektiösen GIN-Larven untersucht.

Die Eiausscheidung stieg in beiden Herden im Verlauf der Saison an, erreichte ihren Höhepunkt im September und fiel bis zum letzten Besuch im November wieder ab. Sie war innerhalb der Herden positiv schief verteilt. Bei den Infektionen handelte es sich um ein gemischtes Wurmspektrum, das sich im Verlauf der Saison veränderte, wobei der Anteil an *Haemonchus contortus* zu Beginn niedriger als am Ende des Versuches war. Leberegel wurden in beiden Herden nicht nachgewiesen, dafür Infektionen mit Bandwürmern und kleinen Lungenwürmern.

Bei der Betrachtung aller Tiere der Herde verbesserte sich der TST-Score im Verlauf der Saison; dabei veränderten sich vor allem die Körperkondition und bei Betrieb 2 auch die Schleimhautfarbe am Auge zum Positiven. Eine konstante, signifikante Korrelation der einzelnen Parameter bzw. des Gesamtscores mit der individuellen Eiausscheidung konnte nicht nachgewiesen werden. Die ROC-Analyse für die Schwellenwerte ≥ 500 EpG und >1000 EpG ergab, dass die Parameter nicht für die Erkennung einer hohen Eiausscheidung geeignet waren. Auch zwischen der Milchleistung und der Eiausscheidung konnte kein eindeutiger Zusammenhang festgestellt werden.

Der FAMACHA[®]-Score am Auge korrelierte schwach mit dem Hämatokrit; dieser Zusammenhang war wie zu erwarten negativ. Die Scheidenschleimhaut korrelierte mit dem Hämatokrit nur bei einem Betrieb und dies sehr schwach; ein direkter Vergleich zwischen der Schleimhautfarbe am Auge und an der Scheide ergab, dass diese nur in etwa der Hälfte aller Fälle übereinstimmten. Daher wurde die Farbe der Scheidenschleimhaut als nicht dafür geeignet erachtet, um die Farbe der Augenschleimhaut zu ersetzen.

Es wurden unter anderem folgende signifikante Zusammenhänge zwischen den übrigen untersuchten Parametern gefunden: Ein niedriger Hämatokrit-Wert hing eher mit hohen Laktationsnummern und mit mehr geborenen Lämmern zusammen; Tiere mit hohen Laktationsnummern hatten eher blässere Konjunktiven und auf einem Betrieb auch eher weicheren Kot.

Die in dieser Studie untersuchten Entscheidungskriterien waren einfach und schnell anzuwenden, konnten aufgrund der schlechten Korrelation mit der Eiausscheidung in den beiden Versuchsherden jedoch als TST-Parameter nicht überzeugen. Im Hinblick auf eine effektive und nachhaltige Kontrolle von Parasiten besteht weiterhin großer Forschungsbedarf; geeignete TST-Systeme müssen entwickelt, evaluiert und in der Praxis getestet werden.

VII. SUMMARY

Application and evaluation of targeted selective treatment in commercial dairy goat farms

Dairy goat farming is becoming more and more relevant in Germany. Pasture-based husbandry systems or the use of fresh forage are associated with infections with gastrointestinal nematodes (GIN). To avoid economical losses endoparasite control is essential. However, the increasing incidence of resistant nematodes and the problem with milk withdrawal times following treatment make this difficult. A new approach in the control of GIN is the targeted selective treatment (TST) of animals.

The aim of this study was to test a TST-score in two commercial German dairy goat farms. The farm visits took place every six week from April to November, and around 360 goats of the breeds “Bunte Deutsche Edelziege” and “Weiße Deutsche Edelziege” were examined according to a combined TST-Score. This Score included the following parameters: colour of the conjunctiva (FAMACHA[®]-card: score 1 (red) – 5 (white)), body condition score (score 0 (fat/average) – 2 (emaciated) and faecal consistency (score 0 (formed) – 3 (watery)). If a rectal faecal sample could not be collected, the consistency of the faeces was estimated by the soiling of the perineal region. In addition to these parameters, the colour of the vaginal mucous membrane was evaluated to see if this could potentially replace the colour of the conjunctiva. At one visit, blood samples were taken in conjunction with the annual CAE-sampling to measure the haematocrit, which was used to evaluate the mucosal membrane-score. The individual faecal samples taken throughout the season allowed for observation of the changes in faecal egg counts (eggs per gram faeces, epg). At the beginning and end of the study pooled samples were used to identify the worm species following faecal cultures and a larval emigration assay. These samples were also examined for liver fluke, tapeworms and lungworms. At each visit, pasture samples were taken to determine the amount of infectious GIN-larvae on the pasture.

The faecal egg count increased in both herds during the grazing season, reaching a peak in September. However, a decrease of epg values was observed until the last farm visit in November. The distribution of the egg excretion was positively skewed in both herds. The spectrum of GIN species was mixed and the proportion of the individual species changed over the season. The proportion of *Haemonchus contortus* was smaller at the

beginning of the survey than at the end. There was no evidence of infections with liver fluke, however tapeworms and small lungworms were found in both herds.

The average TST-Score improved over the period of the study in both herds; this was mainly due to improved body condition (both farms), and on farm two also due to improved colour scores of the conjunctiva. There was no evidence of a constant, significant correlation between any of the parameters or the total TST-Score and the individual egg excretion. The execution of a ROC-Analysis for the thresholds ≥ 500 epg and > 1000 epg showed that none of the parameters allowed a prediction of a high egg excretion. There was also no measurable correlation between the milk yield and the egg excretion.

The FAMACHA[®]-score of the conjunctiva correlated slightly with the haematocrit; this correlation was negative as expected. A slight correlation of the colour of the vaginal mucous membrane with the egg excretion was only found on one farm. The comparison between the colour of the conjunctiva and of the vagina showed that these two parameters agreed in only about half the cases. The colour of the vaginal mucous membrane was therefore considered not suitable for replacing the colour of the conjunctiva.

Amongst others, the following correlations between the remaining parameters examined were found: low haematocrit values were likely related to high numbers of lactation and to high numbers of kids; animals with high numbers of lactations tended to have paler conjunctivae and, on one farm, softer faeces.

The parameters examined in this study were easy and quick to apply. Due to the inadequate correlation with egg excretion in both herds they were however not convincing as acceptable parameters for a TST approach. Further research is required to develop systems enabling the effective and sustainable control of parasites; appropriate TST-systems must be developed, evaluated and tested in practice.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

Aksit D, Yalinkilinc HS, Sekkin S, Boyacioğlu M, Cirak VY, Ayaz E, Gokbulut C. Comparative pharmacokinetics and bioavailability of albendazole sulfoxide in sheep and goats, and dose-dependent plasma disposition in goats. BMC Veterinary Research 2015; 11: 124-34.

Albers GAA, Gray GD, Piper LR, Barker JSF, Le Jambre LF, Barger IA. The genetics of resistance and resilience to *Haemonchus contortus* infection in young merino sheep. International Journal for Parasitology 1987; 17: 1355-63.

Alvinerie M, Lacoste E, Sutra JF, Chartier C. Some pharmacokinetic parameters of eprinomectin in goats following pour-on administration. Veterinary Research Communications 1999; 23: 449-55.

ANONYMUS. Kurzrasenweide. Futtermenge und -qualität durch konstante Aufwuchshöhe sichern. Freising-Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2014: http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_31938.pdf. 09.03.2016.

Barger IA. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. International Journal for Parasitology 1999; 29: 41-7.

Bartley DJ, Jackson F, Jackson E, Sargison N. Characterisation of two triple resistant field isolates of *Teladorsagia* from Scottish lowland sheep farms. Veterinary Parasitology 2004; 123: 189-99.

Barton NJ. Emergence of *Haemonchus contortus* resistant to thiabendazole. Australian Veterinary Journal 1980; 56: 46-7.

Barton NJ. Development of anthelmintic resistance in nematodes from sheep in Australia subjected to different treatment frequencies. International Journal for Parasitology 1983; 13: 125-32.

Bartram DJ. Multiple-active anthelmintic formulations: friend or foe in sustainable parasite control? *Small Ruminant Research* 2013; 110: 96-9.

Bassetto CC, Amarante AFT. Vaccination of sheep and cattle against haemonchosis. *Journal of Helminthology* 2015; 89: 517-25.

Bath GF, van Wyk JA. The Five Point Check® for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Ruminant Research* 2009; 86: 6-13.

Bauer C, Fiege N, Klatte D, Enninga J, Bürger H-J. Felduntersuchungen zur Anthelminthikaresistenz von Trichostrongyliden in hessischen Schafherden. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 1988; 101: 185-9.

Bauer C. Untersuchungsmethoden. In: *Veterinärmedizinische Parasitologie*, 6th edn. Schnieder T, ed. Stuttgart: Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG 2006: 84-104.

Beineke A, Klopffleisch R. Reproduktionsorgane. In: *Spezielle Pathologie für die Tiermedizin*. Baumgärtner W, Gruber AD, eds. Stuttgart: Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG 2015: 231-58.

Bentounsi B, Meradi S, Cabaret J. Towards finding effective indicators (diarrhoea and anaemia scores and weight gains) for the implementation of targeted selective treatment against the gastro-intestinal nematodes in lambs in a steppic environment. *Veterinary Parasitology* 2012; 187: 275-9.

Besier RB, Hopkins DL. Anthelmintic dose selection by farmers. *Australian Veterinary Journal* 1988; 65: 193-4.

Besier RB, Love RA, Lyon J, van Burgel AJ. A targeted selective treatment approach for effective and sustainable sheep worm management: investigations in Western Australia. *Animal Production Science* 2010; 50: 1034-42.

Besier RB. Refugia-based strategies for sustainable worm control: factors affecting the acceptability to sheep and goat owners. *Veterinary Parasitology* 2012; 186: 2-9.

Bisset SA, Morris CA. Feasibility and implications of breeding sheep for resilience to nematode challenge. *International Journal for Parasitology* 1996; 26: 857-68.

Bisset SA, Morris CA, McEwan JC, Vlassof A. Breeding sheep in New Zealand that are less reliant on anthelmintics to maintain health and productivity. *New Zealand Veterinary Journal* 2001; 49: 236-46.

Bjørn H. Workshop summary: anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology* 1994; 54: 321-5.

Bollinger J, Hertzberg H, Hässig M, Knubben-Schweizer G. Gezielte anthelminthische Behandlung bei Ziegen: Evaluation verschiedener Bewertungskriterien und Entwicklung eines praxisnahen Entscheidungsschlüssels. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 2016; in press

Borgsteede FHM, Roos MH, Smith G, Prichard RK. Workshop summary: anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology* 1996; 64: 129-32.

Borgsteede FHM, Dercksen DD, Huijbers R. Doramectin and albendazole resistance in sheep in the Netherlands. *Veterinary Parasitology* 2007; 144: 180-3.

Broughan JM, Wall R. Faecal soiling and gastrointestinal helminth infection in lambs. *International Journal for Parasitology* 2007; 37: 1255-68.

Burke JM, Kaplan RM, Miller JE, Terrill TH, Getz WR, Mobini S, Valencia E, Williams MJ, Williamson LH, Vatta AF. Accuracy of the FAMACHA system for on-farm use by sheep and goat producers in the southeastern United States. *Veterinary Parasitology* 2007; 147: 89-95.

Cabaret J, Gasnier N, Jacquet P. Faecal egg counts are representative of digestive-tract strongyle worm burdens in sheep and goats. *Parasite* 1998; 5: 137-42.

Cabaret J, Gonnord V, Cortet J, Sauvé C, Ballet J, Tournadre H, Benoit M (2006) Indicators for internal parasitic infections in organic flocks: the diarrhoea score (Disco) proposal for lambs. In: Joint Organic Congress, 30.-31.05.2006, Odense, Denmark. 552-3

Cabaret J. Pro and cons of targeted selective treatment against digestive-tract strongyles of ruminants. *Parasite* 2008; 15: 506-9.

Charlier J, Morgan ER, Rinaldi L, van Dijk J, Demeler J, Höglund J, Hertzberg H, van Ranst B, Hendrickx G, Vercruysse J, Kenyon F. Practices to optimise gastrointestinal nematode control on sheep, goat and cattle farms in Europe using targeted (selective) treatments. *Veterinary Record* 2014; 175: 250-5.

Chartier C, Pors I. Efficacy of four broad spectrum anthelmintics against gastrointestinal nematodes in goats. *Veterinary Record* 1994; 134: 523-4.

Chartier C, Hoste H. Response to challenge infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in dairy goats. Differences between high and low-producers. *Veterinary Parasitology* 1997; 73: 267-76.

Chartier C, Pors I, Hubert J, Rocheteau D, Benoit C, Bernard N. Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Ruminant Research* 1998; 29: 33-41.

Chartier C, Pors I, Sutra JF, Alvinerie M. Efficacy and pharmacokinetics of levamisole hydrochloride in goats with nematode infections. *Veterinary Record* 2000; 146: 350-1.

Clark CH, Kiesel GK, Goby CH. Measurements of blood loss caused by *Haemonchus contortus* infection in sheep. *American Journal of Veterinary Research* 1962; 23: 977-80.

Coles GC, Giordano DJ, Tritschler II JP. Efficacy of levamisole against immature and mature nematodes in goats with induced infections. *American Journal of Veterinary Research* 1989; 50: 1074-5.

Coles GC, Warner AK, Best JR. Triple resistant *Ostertagia* from angora goats. *Veterinary Record* 1996; 139: 299-300.

Coles GC. Anthelmintic resistance – looking to the future: a UK perspective. *Research in Veterinary Science* 2005; 78: 99-108.

Constantinou A. Genetic and environmental relationships of body weight, milk yield and litter size in Damascus goats. *Small Ruminant Research* 1989; 2: 163-74.

Coyne MJ, Smith G, Johnstone C. A study of the mortality and fecundity of *Haemonchus contortus* in sheep following experimental infections. *International Journal for Parasitology* 1991a; 21: 847-53.

Coyne MJ, Smith G, Johnstone C. Fecundity of gastrointestinal trichostrongylid nematodes of sheep in the field. *American Journal of Veterinary Research* 1991b; 52: 1182-8.

Coyne MJ, Smith G. The mortality and fecundity of *Haemonchus contortus* in parasite-naïve and parasite-exposed sheep following single experimental infections. *International Journal for Parasitology* 1992; 22: 315-25.

Cringoli G, Rinaldi L, Veneziano V, Mezzino L, Vercruysse J, Jackson F. Evaluation of targeted selective treatments in sheep in Italy: effects on faecal worm egg count and milk production in four case studies. *Veterinary Parasitology* 2009; 164: 36-43.

Deinhofer G (2009) Gesunde Ziegen durch optimales Weidemanagement – Vor- und Nachteile der Weidehaltung von Milchziegen. In: 4. Fachtagung für Ziegenhaltung, 06.11.2009. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning. 29-34

Demeler J, Knapp F, Corte GM, Katzsche O, Steininger K, von Samson-Himmelstjerna G. Recovery of strongylid third-stage larvae from herbage samples: standardisation of a laboratory method and its application in the field. *Parasitology Research* 2012; 110: 1159-64.

Deplazes P, Eckert J, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H (2013) *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*, 3rd edn. Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co.KG, Stuttgart

Di Loria A, Veneziano V, Piantedosi D, Rinaldi L, Cortese L, Mezzino L, Cringoli G, Ciaramella P. Evaluation of the FAMACHA system for detecting the severity of anaemia in sheep from southern Italy. *Veterinary Parasitology* 2009; 161: 53-9.

Domke AVM, Chartier C, Gjerde B, Leine N, Vatn S, Stuen S. Prevalence of gastrointestinal helminths, lungworms and liver fluke in sheep and goats in Norway. *Veterinary Parasitology* 2013; 194: 40-8.

Dorny P, Claerebout E, Vercruysse J, Sani R, Jalila A. Anthelmintic resistance in goats in peninsular Malaysia. *Veterinary Parasitology* 1994; 55: 327-42.

Drudge JH, Leland SE, Jr., Wyant ZN. Strain variation in the response of sheep nematodes to the action of phenothiazine. II. Studies on pure infections of *Haemonchus contortus*. *American Journal of Veterinary Research* 1957; 18: 317-25.

Dupuy J, Chartier C, Sutra JF, Alvinerie M. Eprinomectin in dairy goats: dose influence on plasma levels and excretion in milk. *Parasitology Research* 2001; 87: 294-8.

Egerton JR, Suhayda D, Eary CH. Laboratory selection of *Haemonchus contortus* for resistance to ivermectin. *Journal of Parasitology* 1988; 74: 614-7.

Ejlertsen M, Githigia SM, Otieno RO, Thamsborg SM. Accuracy of an anaemia scoring chart applied on goats in sub-humid Kenya and its potential for control of *Haemonchus contortus* infections. *Veterinary Parasitology* 2006; 141: 291-301.

Engum J, Lyngset O. Gynecology and obstetrics in the Goat. Iowa State University Veterinarian 1970; 32: 120-4.

Eysker M, Ploeger HW. Value of present diagnostic methods for gastrointestinal nematode infections in ruminants. Parasitology 2000; 120: 109-19.

Falzon LC, O'Neill TJ, Menzies PI, Peregrine AS, Jones-Bitton A, vanLeeuwen J, Mederos A. A systematic review and meta-analysis of factors associated with anthelmintic resistance in sheep. Preventive Veterinary Medicine 2014; 117: 388-402.

Fleming MW. Size of inoculum dose regulates in part worm burdens, fecundity, and lengths in ovine *Haemonchus contortus* infections. Journal of Parasitology 1988; 74: 975-8.

Gaba S, Cabaret J, Sauvé C, Cortet J, Silvestre A. Experimental and modeling approaches to evaluate different aspects of the efficacy of targeted selective treatment of anthelmintics against sheep parasite nematodes. Veterinary Parasitology 2010; 171: 254-62.

Gaba S, Cabaret J, Chylinski C, Sauvé C, Cortet J, Silvestre A. Can efficient management of sheep gastro-intestinal nematodes be based on random treatment? Veterinary Parasitology 2012; 190: 178-84.

Gallidis E, Papadopoulos E, Ptochos S, Arsenos G. The use of targeted selective treatments against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. Veterinary Parasitology 2009; 164: 53-8.

Galtier P, Escoula L, Camguilhem R, Alvinerie M. Comparative bioavailability of levamisole in non lactating ewes and goats. Annales de Recherches Vétérinaires 1981; 12: 109-15.

Ganter M, Benesch C, Bürstel D, Ennen S, Kaulfuß K-H, Mayer K, Moog U, Moors E, Seelig B, Spengler D, Strobel H, Tegtmeyer P, Voigt K, Wagner HW. Empfehlung für die Haltung von Schafen und Ziegen der Deutschen Gesellschaft für die Krankheiten der kleinen Wiederkäuer, Fachgruppe der DVG. Teil 1. Tierärztliche Praxis Großtiere 2012; 5: 314-25.

Gauly M, Schackert M, Erhardt G. Nutzung des FAMACHA®-Scoring-Systems als diagnostisches Hilfsmittel zur Merkmalerfassung in Zuchtprogrammen bei Schaflämmern nach experimenteller Infektion mit *Haemonchus contortus*. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 2004; 111: 430-3.

Geurden T, Hoste H, Jacquet P, Traversa D, Sotiraki S, Frangipane di Regalbono A, Tzanidakis N, Kostopoulou D, Gaillac C, Privat S, Giangaspero A, Zanardello C, Noé L, Vanimisetti B, Bartram D. Anthelmintic resistance and multidrug resistance in sheep gastro-intestinal nematodes in France, Greece and Italy. Veterinary Parasitology 2014; 201: 59-66.

Githigia SM, Thamsborg SM, Larsen M. Effectiveness of grazing management in controlling gastrointestinal nematodes in weaner lambs on pasture in Denmark. Veterinary Parasitology 2001; 99: 15-27.

Gokbulut C, Cirak VY, Senlik B, Aksit D, McKellar QA. The effects of different ages and dosages on the plasma disposition and hair concentration profile of ivermectin following pour-on administration in goats. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics 2011; 34: 70-5.

Gokbulut C, Yalinkilinc HS, Aksit D, Veneziano V. Comparative pharmacokinetics of levamisole-oxyclozanide combination in sheep and goats following per os administration. Canadian Journal of Veterinary Research 2014; 78: 316-20.

Greer AW, Kenyon F, Bartley DJ, Jackson EB, Gordon Y, Donnan AA, McBean DW, Jackson F. Development and field evaluation of a decision support model for anthelmintic treatments as part of a targeted selective treatment (TST) regime in lambs. Veterinary Parasitology 2009; 164: 12-20.

Hansen J, Perry B (1990) The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. A handbook. International Laboratory for Research on Animal Diseases, Nairobi, Kenya

Hennessy DR, Sangster NC, Steel JW, Collins GH. Comparative pharmacokinetic behaviour of albendazole in sheep and goats. International Journal for Parasitology 1993; 23: 321-5.

Herold P, Over R, Kern A, Schmid-Boy S (2014) Milchziegenreport Baden-Württemberg 2014. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd gemeinsam mit Ziegenzuchtverband Baden-Württemberg e.V. und Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Schwäbisch Gmünd

Hertzberg H, Sager H. Problematik des Helminthenbefalls bei Hauswiederkäuern in der Schweiz: Aktuelle Perspektiven. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 2006; 148: 511-21.

Hillrichs K, Schnieder T, Forbes AB, Simcock DC, Pedley KC, Simpson HV. Use of fluorescent lectin binding to distinguish *Teladorsagia circumcincta* and *Haemonchus contortus* eggs, third-stage larvae and adult worms. Parasitology Research 2012; 110: 449-58.

Himonas C, Papadopoulos E. Anthelmintic resistance in imported sheep. Veterinary Record 1994; 134: 456.

Hinney B (2012) Wichtige Würmer der kleinen Wiederkäuer und ihre wirtschaftliche Bedeutung. In: Parasitologische Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 22.11.2012. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning. 5-10

Holmes PH. Pathogenesis of trichostrongylosis. Veterinary Parasitology 1985; 18: 89-101.

Hong C, Hunt KR, Coles GC. Occurrence of anthelmintic resistant nematodes on sheep farms in England and goat farms in England and Wales. *Veterinary Record* 1996; 139: 83-6.

Hoste H, Chartier C. Comparison of the effects on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high-and low-producing dairy goats. *American Journal of Veterinary Research* 1993; 54: 1886-93.

Hoste H, Le Frileux Y, Pommaret A. Distribution and repeatability of faecal egg counts and blood parameters in dairy goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Research in Veterinary Science* 2001; 70: 57-60.

Hoste H, Le Frileux Y, Pommaret A. Comparison of selective and systematic treatments to control nematode infection of the digestive tract in dairy goats. *Veterinary Parasitology* 2002a; 106: 345-55.

Hoste H, Chartier C, Lefrileux Y, Goudeau C, Broqua C, Pors I, Bergeaud JP, Dorchies P. Targeted application of anthelmintics to control trichostrongylosis in dairy goats: result from a 2-year survey in farms. *Veterinary Parasitology* 2002b; 110: 101-8.

Hoste H, Le Frileux Y, Goudeau C, Chartier C, Pors I, Broqua C, Bergeaud JP. Distribution and repeatability of nematode faecal egg counts in dairy goats: a farm survey and implications for worm control. *Research in Veterinary Science* 2002c; 72: 211-5.

Hoste H, Torres-Acosta JF, Paolini V, Aguilar-Caballero A, Etter E, Lefrileux Y, Chartier C, Broqua C. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research* 2005; 60: 141-51.

Hoste H, Sotiraki S, Landau SY, Jackson F, Beveridge I. Goat–nematode interactions: think differently. *Trends in Parasitology* 2010; 26: 376-81.

Hoste H, Torres-Acosta JFJ. Non chemical control of helminths in ruminants: adapting solutions for changing worms in a changing world. *Veterinary Parasitology* 2011; 180: 144-54.

Hughes PL, Dowling AF, Callinan APL. Resistance to macrocyclic lactone anthelmintics and associated risk factors on sheep farms in the lower North Island of New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 2007; 55: 177-83.

Jackson F, Jackson E, Coop RL. Evidence of multiple anthelmintic resistance in a strain of *Teladorsagia circumcincta* (*Ostertagia circumcincta*) isolated from goats in Scotland. *Research in Veterinary Science* 1992; 53: 371-4.

Jackson F. Anthelmintic resistance – the state of play. *British Veterinary Journal* 1993; 149: 123-38.

Jackson F, Coop RL. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology* 2000; 120: 95-107.

Jackson F, Varady M, Bartley DJ. Managing anthelmintic resistance in goats – can we learn lessons from sheep? *Small Ruminant Research* 2012; 103: 3-9.

Jurasek ME, Bishop-Stewart JK, Storey BE, Kaplan RM, Kent ML. Modification and further evaluation of a fluorescein-labeled peanut agglutinin test for identification of *Haemonchus contortus* eggs. *Veterinary Parasitology* 2010; 169: 209-13.

Kaminsky R, Gauvry N, Schorderet Weber S, Skripsky T, Bouvier J, Wenger A, Schroeder F, Desales Y, Hotz R, Goebel T, Hosking BC, Pautrat F, Wieland-Berghausen S, Ducray P. Identification of the amino-acetonitrile derivative monepantel (AAD 1566) as a new anthelmintic drug development candidate. *Parasitology Research* 2008; 103: 931-9.

Kaplan RM. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology* 2004; 20: 477-81.

Kaplan RM, Burke JM, Terrill TH, Miller JE, Getz WR, Mobini S, Valencia E, Williams MJ, Williamson LH, Larsen M, Vatta AF. Validation of the FAMACHA[®] eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Veterinary Parasitology* 2004; 123: 105-20.

Kaplan RM, Vidyashankar AN. An inconvenient truth: global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology* 2012; 186: 70-8.

Kenyon F, Greer AW, Coles GC, Cringoli G, Papadopoulos E, Cabaret J, Berrag B, Varady M, van Wyk JA, Thomas E, Vercruysse J, Jackson F. The role of targeted selective treatments in the development of refugia-based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Veterinary Parasitology* 2009; 164: 3-11.

Kenyon F, Jackson F. Targeted flock/herd and individual ruminant treatment approaches. *Veterinary Parasitology* 2012; 186: 10-7.

Kenyon F, McBean D, Greer AW, Burgess CGS, Morrison AA, Bartley DJ, Bartley Y, Devin L, Nath M, Jackson F. A comparative study of the effects of four treatment regimes on ivermectin efficacy, body weight and pasture contamination in lambs naturally infected with gastrointestinal nematodes in Scotland. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* 2013; 3: 77-84.

Koopmann R, Holst C, Epe C. Erfahrungen mit der FAMACHA[®]-Eye-Colour-Karte zur Identifizierung von Schafen und Ziegen für die gezielte anthelminthische Behandlung. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 2006; 119: 436-42.

Koopmann R (2007) Ist die FAMACHA[®]-Eye-Colour-Karte zur klinischen Diagnose von *Haemonchus contortus*-Befall bei Schafen und Ziegen in Norddeutschland geeignet? In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 20.-23.03.2007. Eds Zikeli S, Claupein W, Dabbert S, Kaufmann B, Müller T, Valle Zárate A. Verlag Dr. Köster, Universität Hohenheim, Stuttgart. 669-72

Larsen JWA, Anderson N, Vizard AL, Anderson GA, Hoste H. Diarrhoea in Merino ewes during winter: association with trichostrongylid larvae. *Australian Veterinary Journal* 1994; 71: 365-72.

Larsen JWA, Vizard AL, Anderson N. Production losses in Merino ewes and financial penalties caused by trichostrongylid infections during winter and spring. *Australian Veterinary Journal* 1995; 72: 58-63.

Larsen JWA, Anderson N. The relationship between the rate of intake of trichostrongylid larvae and the occurrence of diarrhoea and breech soiling in adult Merino sheep. *Australian Veterinary Journal* 2000; 78: 112-6.

Leathwick DM, Waghorn TS, Miller CM, Atkinson DS, Haack NA, Oliver A-M. Selective and on-demand drenching of lambs: impact on parasite populations and performance of lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 2006a; 54: 305-12.

Leathwick DM, Miller CM, Atkinson DS, Haack NA, Alexander RA, Oliver A-M, Waghorn TS, Potter JF, Sutherland IA. Drenching adult ewes: implications of anthelmintic treatments pre- and post-lambing on the development of anthelmintic resistance. *New Zealand Veterinary Journal* 2006b; 54: 297-304.

Leathwick DM, Miller CM, Atkinson DS, Haack NA, Waghorn TS, Oliver A-M. Managing anthelmintic resistance: untreated adult ewes as a source of unselected parasites, and their role in reducing parasite populations. *New Zealand Veterinary Journal* 2008; 56: 184-95.

Lehrstuhl für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie der LMU München (2013) Methodenhandbuch für am Lehrstuhl für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie routinemäßig angewandte Analysevorschriften bzw. Labor-SOPS aus dem Bereich Koprologie/Entomologie, Version 25.04.2013

Lespine A, Sutra JF, Dupuy J, Alvinerie M. Eprinomectin in goat: assessment of subcutaneous administration. *Parasitology Research* 2003; 89: 120-2.

Lyons ET, Drudge JH, Tolliver SC. Strongyloides larvae in milk of sheep and cattle. Modern Veterinary Practice 1970; 51: 65-8.

Mahieu M, Arquet R, Kandassamy T, Mandonnet N, Hoste H. Evaluation of targeted drenching using Famacha[®] method in Creole goat: reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. Veterinary Parasitology 2007; 146: 135-47.

Maingi N, Bjørn H, Thamsborg SM, Bøgh HO, Nansen P. Anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Denmark. Small Ruminant Research 1996a; 23: 171-81.

Maingi N, Bjørn H, Thamsborg SM, Bøgh HO, Nansen P. A survey of anthelmintic resistance in nematode parasites of goats in Denmark. Veterinary Parasitology 1996b; 66: 53-66.

Malan FS, van Wyk JA, Wessels CD. Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. Onderstepoort Journal of Veterinary Research 2001; 68: 165-74.

Martin PJ, Le Jambre LF, Claxton JH. The impact of refugia on the development of thiabendazole resistance in *Haemonchus contortus*. International Journal for Parasitology 1981; 11: 35-41.

Martin PJ, Anderson N, Jarrett RG, Brown TH, Ford GE. Effects of a preventive and suppressive control scheme on the development of thiabendazole-resistance in *Ostertagia* spp. Australian Veterinary Journal 1982; 58: 185-90.

Martin PJ, Anderson N, Lwin T, Nelson G, Morgan TE. The association between frequency of thiabendazole treatment and the development of resistance in field isolates of *Ostertagia* spp. of sheep. International Journal for Parasitology 1984; 14: 177-81.

Martin PJ. Selection for thiabendazole resistance in *Ostertagia* spp. by low efficiency anthelmintic treatment. International Journal for Parasitology 1989; 19: 317-25.

Martínez-Valladares M, Martínez-Pérez JM, Robles-Pérez D, Cordero-Pérez C, Famularo MR, Fernández-Pato N, Castañón-Ordóñez L, Rojo-Vázquez FA. The present status of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematode infections of sheep in the northwest of Spain by in vivo and in vitro techniques. *Veterinary Parasitology* 2013; 191: 177-81.

Matthews JG (2009) *Diseases of the Goat*, 3rd edn. Blackwell Publishing Ltd, Oxford. 124-7

McEwan JC, Mason P, Baker RL, Clarke JN, Hickey SM, Turner K. Effect of selection for productive traits on internal parasite resistance in sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 1992; 52: 53-6.

Menzies P. Handbook for the control of internal parasites of sheep and goats. Guelph: University of Guelph 2012: http://www.uoguelph.ca/~pmenzies/Handbook_Home.html. 09.03.2016.

Miller JE, Burke JM, Terrill TH, Kearney MT. A comparison of two integrated approaches of controlling nematode parasites in small ruminants. *Veterinary Parasitology* 2011; 178: 300-10.

Molento MB, van Wyk JA, Coles GC. Sustainable worm management. *Veterinary Record* 2004; 155: 95-6.

Molento MB, Fortes FS, Pondelek DAS, Borges FA, Chagas ACS, Torres-Acosta JFJ, Geldhof P. Challenges of nematode control in ruminants: focus on Latin America. *Veterinary Parasitology* 2011; 180: 126-32.

Moussavou-Boussougou M-N, Silvestre A, Cortet J, Sauve C, Cabaret J. Substitution of benzimidazole-resistant nematodes for susceptible nematodes in grazing lambs. *Parasitology* 2007; 134: 553-60.

Murri S, Knubben-Schweizer G, Torgerson P, Hertzberg H. Frequency of eprinomectin resistance in gastrointestinal nematodes of goats in canton Berne, Switzerland. *Veterinary Parasitology* 2014; 203: 114-9.

Nwaorgu OC, Onyali IO. *Strongyloides papillosus*: prenatal and transmammary infection in ewes. *Revue d'elevage et de medecine veterinaire des pays tropicaux* 1990; 43: 503-4.

O'Connor LJ, Walkden-Brown SW, Kahn LP. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology* 2006; 142: 1-15.

Ouzir M, Berrag B, Benjouad A, Cabaret J. Use of pathophysiological indicators for individual decision of anthelmintic treatment of ewes against gastro-intestinal nematodes in Morocco. *Veterinary Parasitology* 2011; 180: 372-7.

Papadopoulos E, Himonas C, Coles GC. Drought and flock isolation may enhance the development of anthelmintic resistance in nematodes. *Veterinary Parasitology* 2001; 97: 253-9.

Paraud C, Kulo A, Pors I, Chartier C. Resistance of goat nematodes to multiple anthelmintics on a farm in France. *Veterinary Record* 2009; 164: 563-4.

Peitgen U (1993) Vergleichende Untersuchungen zum Einfluß von Ivermectin, Pyrantelmonat und Cambendazol auf Strongylidenbefall bei Pferden unter Berücksichtigung von Behandlungsintervall und Weidekontamination. Diss. med. vet. Ludwig-Maximilians-Universität München

Pienaar JG, Basson PA, du Plessis JL, Collins HM, Naude TW, Boyazoglu PA, Boomker J, Reyers F, Pienaar WL. Experimental studies with *Strongyloides papillosus* in goats. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 1999; 66: 191-235.

Podstatzky L (2010) Parasitenbelastung von Weideziegen – Ergebnisse aus einem Versuch sowie aus Praxisuntersuchungen. In: Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 10.11.2010. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning. 77-80

Podstatzky L, Wenzl W. Einfluss des Umsetzens in der Kompostierung von Ziegenmist auf die Überlebensrate von Parasiten. Abschlussbericht Comp Cap. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein 2014: http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/?option=com_r_fodok&Itemid=200881&task=detail&publnr=14090.

Prichard RK. Anthelmintic resistance in nematodes: extent, recent understanding and future directions for control and research. *International Journal for Parasitology* 1990; 20: 515-23.

Quanz G. Koppelschafhaltung. In: Schafzucht. Strittmatter K, ed. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co. 2003: 259-96.

Rehbein S, Lindner T, Kollmannsberger M, Visser M, Winter R. Untersuchungen zum Helminthenbefall von Schlachtschafen in Oberbayern. 2. Mitt.: Beziehungen zwischen der Eiausscheidung und der Wurmbürde. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 1997; 110: 148-52.

Rehbein S, Visser M, Winter R. Helminthenbefall bei Ziegen in Deutschland. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 1998; 111: 427-31.

Richter A, Steuber S. Antiparasitica. In: *Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin*, 3rd edn. Frey H-H, Löscher W, eds. Stuttgart: Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG 2010: 469-526.

Richter A, Ungemach FR. Anthelminthika. In: *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*, 9th edn. Löscher W, Richter A, Potschka H, eds. Stuttgart: Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG 2014: 359-90.

Rinaldi L, Veneziano V, Morgoglione ME, Pennacchio S, Santaniello M, Schioppi M, Musella V, Fedele V, Cringoli G. Is gastrointestinal strongyle faecal egg count influenced by hour of sample collection and worm burden in goats? *Veterinary Parasitology* 2009; 163: 81-6.

Rinaldi L, Coles GC, Maurelli MP, Musella V, Cringoli G. Calibration and diagnostic accuracy of simple flotation, McMaster and FLOTAC for parasite egg counts in sheep. *Veterinary Parasitology* 2011; 177: 345-52.

Ringdorfer F (2009) Mehrjähriges Durchmelken der Ziegen – Vor- und Nachteile. In: 4. Fachtagung für Ziegenhaltung, 06.11.2009. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. 21-4

Roberts FHS, O'Sullivan PJ. Methods for egg counts and larval cultures for strongyles infesting the gastro-intestinal tract of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 1950; 1: 99-102.

Roeber F, Jex AR, Gasser RB. Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance – an Australian perspective. *Parasites & Vectors* 2013; 6: 153.

Rojo-Vázquez FA, Meana A, Valcárcel F, Martínez-Valladares M. Update on trematode infections in sheep. *Veterinary Parasitology* 2012; 189: 15-38.

Rose H, Rinaldi L, Bosco A, Mavrot F, de Waal T, Skuce P, Charlier J, Torgerson PR, Hertzberg H, Hendrickx G, Vercruysse J, Morgan ER. Widespread anthelmintic resistance in European farmed ruminants: a systematic review. *Veterinary Record* 2015; 176: 2 pages. doi: 10.1136/vr.102982.

Rüsse I. Weiblicher Sexualzyklus. In: *Lehrbuch der Embryologie der Haustiere*, 3rd edn. Rüsse I, Sinowatz F, eds. Bremen: Hohnholt GmbH 2008: 93-110.

Sangster NC, Rickard JM, Hennessy DR, Steel JW, Collins GH. Disposition of oxfendazole in goats and efficacy compared with sheep. *Research in Veterinary Science* 1991; 51: 258-63.

Sanyal PK. Effect of single and divided dose administration on the pharmacokinetics of albendazole in sheep and goat. *Veterinary Journal* 1998; 155: 311-6.

Sargison N, Scott P, Jackson F. Multiple anthelmintic resistance in sheep. *Veterinary Record* 2001; 149: 778-9.

Sargison ND, Jackson F, Bartley DJ, Moir ACP. Failure of moxidectin to control benzimidazole-, levamisole- and ivermectin resistant *Teladorsagia circumcincta* in a sheep flock. *Veterinary Record* 2005; 156: 105-9.

Sargison ND, Jackson F, Bartley DJ, Wilson DJ, Stenhouse LJ, Penny CD. Observations on the emergence of multiple anthelmintic resistance in sheep flocks in the south-east of Scotland. *Veterinary Parasitology* 2007; 145: 65-76.

Sargison ND, Scott PR, Wilson DJ, Macrae AI, Penny CD. *Teladorsagia circumcincta* resistance to moxidectin and multiple anthelmintic groups in ewes following use of the persistent drug before lambing. *Veterinary Record* 2010; 167: 523-7.

Scheuerle M, Mahling M, Muntwyler J, Pfister K. The accuracy of the FAMACHA®-method in detecting anaemia and haemonchosis in goat flocks in Switzerland under field conditions. *Veterinary Parasitology* 2010; 170: 71-7.

Scheuerle MC, Mahling M, Pfister K. Anthelmintic resistance of *Haemonchus contortus* in small ruminants in Switzerland and Southern Germany. *Wiener klinische Wochenschrift* 2009; 121: 46-9.

Schnieder T. Helminthosen der Wiederkäuer. In: *Veterinärmedizinische Parasitologie*, 6th edn. Schnieder T, ed. Stuttgart: Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG 2006: 166-234.

Schnyder M, Torgerson PR, Schönmann M, Kohler L, Hertzberg H. Multiple anthelmintic resistance in *Haemonchus contortus* isolated from South African Boer goats in Switzerland. *Veterinary Parasitology* 2005; 128: 285-90.

Scott I, Pomroy WE, Kenyon PR, Smith G, Adlington B, Moss A. Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology* 2013; 198: 166-71.

Sieber PL (2014) Status-quo-Erhebung des Gesundheitszustandes bayerischer Milchziegenherden anhand epidemiologischer Untersuchungen. Diss. med. vet. Ludwig-Maximilians-Universität München

Silvestre A, Cabaret J, Humbert J-F. Effect of benzimidazole under-dosing on the resistant allele frequency in *Teladorsagia circumcincta* (Nematoda). *Parasitology* 2001; 123: 103-11.

Silvestre A, Humbert JF. Diversity of benzimidazole-resistance alleles in populations of small ruminant parasites. *International Journal for Parasitology* 2002; 32: 921-8.

Smith G. A mathematical model for the evolution of anthelmintic resistance in a direct life cycle nematode parasite. *International Journal for Parasitology* 1990; 20: 913-21.

Smith MC, Sherman DM (2009) *Goat medicine*, 2nd edn. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa

Spannl-Flor M, Sambras HH (2012) *Artgerechte Ziegenhaltung*. Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V., Bramsche

Stafford KA, Morgan ER, Coles GC. Weight-based targeted selective treatment of gastrointestinal nematodes in a commercial sheep flock. *Veterinary Parasitology* 2009; 164: 59-65.

Statistisches Bundesamt. Betriebe mit ökologischem Landbau 2013. Agrarstrukturhebung. Fachserie 3 Reihe 2.2.1. Wiesbaden: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Statistisches Bundesamt 2014: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/Betriebe/OekologischerLandbau2030221139004.pdf?__blob=publicationFile. 09.03.2016.

Steinberger S. Kurzrasenweide – der Weideprofi misst seinen Grasaufwuchs. Poing Grub: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft 2011: http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/31061_anleitung_zur_grasaufwuchsmessung.pdf. 09.03.2016.

Steiner F (2015) Weidehaltung von Milchziegen im Südschwarzwald – Bedeutung des Futterangebotes für die Milchleistung und den ruminalen Stickstoffumsatz. M. Sc. in Agrarwissenschaften. Universität Hohenheim

Streit A. Reproduction in *Strongyloides* (Nematoda): a life between sex and parthenogenesis. Parasitology 2008; 135: 285-94.

TÄHAV (Verordnung über tierärztliche Hausapotheken) in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Juli 2009 (BGBl. I S. 1760). http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/t_hav/gesamt.pdf. 08.03.2016.

Taylor M. Parasites of goats: a guide to diagnosis and control. In Practice 2002; 24: 76-89.

Taylor MA, Learmount J, Lunn E, Morgan C, Craig BH. Multiple resistance to anthelmintics in sheep nematodes and comparison of methods used for their detection. Small Ruminant Research 2009; 86: 67-70.

Tenter AM. Protozoeninfektionen der Wiederkäuer. In: Veterinärmedizinische Parasitologie, 6th edn. Schnieder T, ed. Stuttgart: Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG 2006: 119-65.

Thomas RJ. Field studies on the seasonal incidence of *Nematodirus battus* and *N. filicollis* in sheep. *Parasitology* 1959a; 49: 387-410.

Thomas RJ. A comparative study of the life histories of *Nematodirus battus* and *N. filicollis*, nematode parasites of sheep. *Parasitology* 1959b; 49: 374-86.

Torres-Acosta JFJ, Pérez-Cruz M, Canul-Ku HL, Soto-Barrientos N, Cámara-Sarmiento R, Aguilar-Caballero AJ, Lozano-Argáes I, Le-Bigot C, Hoste H. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Ruminant Research* 2014; 121: 27-35.

Trapp CS (2014) Erprobung des 'Targeted Selective Treatment' zur Endoparasitenbekämpfung bei Lämmern. Diss. med. vet., Tierärztlichen Hochschule Hannover

Traversa D, Paoletti B, Otranto D, Miller J. First report of multiple drug resistance in trichostrongyles affecting sheep under field conditions in Italy. *Parasitology Research* 2007; 101: 1713-6.

Uriarte J, Gruner L. Development and distribution of bovine trichostrongyle infective larvae on a pasture irrigated by flooding or by spraying. *Parasitology Research* 1994; 80: 657-63.

Uriarte J, Llorente MM, Valderrábano J. Seasonal changes of gastrointestinal nematode burden in sheep under an intensive grazing system. *Veterinary Parasitology* 2003; 118: 79-92.

van Wyk JA, van Schalkwyk PC. A novel approach to the control of anthelmintic-resistant *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Parasitology* 1990; 35: 61-9.

van Wyk JA. Refugia – overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 2001; 68: 55-67.

van Wyk JA, Bath GF. The FAMACHA[®] system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research* 2002; 33: 509-29.

van Wyk JA, Hoste H, Kaplan RM, Besier RB. Targeted selective treatment for worm management – how do we sell rational programs to farmers? *Veterinary Parasitology* 2006; 139: 336-46.

van Wyk JA, Mayhew E. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: a practical lab guide. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 2013; 80: 14 pages. doi: 0.4102/ojvr.v80i1.539.

Varady M, Praslicka J, Corba J, Vesely L. Multiple anthelmintic resistance of nematodes in imported goats. *Veterinary Record* 1993; 132: 387-8.

Vatta AF, Letty BA, van der Linde MJ, van Wijk EF, Hansen JW, Krecek RC. Testing for clinical anaemia caused by *Haemonchus* spp. in goats farmed under resource-poor conditions in South Africa using an eye colour chart developed for sheep. *Veterinary Parasitology* 2001; 99: 1-14.

Vatta AF, Krecek RC, van der Linde MJ, Motswatswe PW, Grimbeek RJ, van Wijk EF, Hansen JW. *Haemonchus* spp. in sheep farmed under resource-poor conditions in South Africa – effect on haematocrit, conjunctival mucous membrane colour and body condition. *Journal of the South African Veterinary Association* 2002; 73: 119-23.

VETIDATA. Veterinärmedizinischer Informationsdienst für
Arzneimittelanwendungen, Toxikologie und Arzneimittelrecht. Institut für
Pharmakologie, Pharmazie und Toxikologie in der Veterinärmedizinischen Fakultät,
Universität Leipzig; Stand: 08.03.2016: <http://www.vetidata.de>.

VO (EG) Nr. 889/2008 Der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle, ABl. Nr. L 250 vom 18.09.2008, S. 1. http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/OekologischerLandbau/889_2008_EG_Durchfuehrungsbestimmungen.pdf?__blob=publicationFile. 08.03.2016.

Voigt K, Scheuerle M, Hamel D. Triple anthelmintic resistance in *Trichostrongylus* spp. in a German sheep flock. Small Ruminant Research 2012; 106: 30-2.

Voigt K, Sieber PL, Sauter-Louis C, Knubben-Schweizer G, Scheuerle M. Prevalence of pasture-associated metazoal endoparasites in Bavarian dairy goat herds and farmers' approaches to parasite control. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 2016; in press

Waghorn TS, Leathwick DM, Miller CM, Atkinson DS. Brave or gullible: testing the concept that leaving susceptible parasites in refugia will slow the development of anthelmintic resistance. New Zealand Veterinary Journal 2008; 56: 158-63.

Waghorn TS, Miller CM, Oliver A-MB, Leathwick DM. Drench-and-shift is a high-risk practice in the absence of refugia. New Zealand Veterinary Journal 2009; 57: 359-63.

Waller PJ, Dobson RJ, Axelsen A. Anthelmintic resistance in the field: changes in resistance status of parasitic populations in response to anthelmintic treatment. Australian Veterinary Journal 1988; 65: 376-9.

Waller PJ, Donald AD, Dobson RJ, Lacey E, Hennessy DR, Allerton GR, Prichard RK. Changes in anthelmintic resistance status of *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* exposed to different anthelmintic selection pressures in grazing sheep. International Journal for Parasitology 1989; 19: 99-110.

Wolstenholme AJ, Fairweather I, Prichard R, von Samson-Himmelstjerna G, Sangster NC. Drug resistance in veterinary helminths. Trends in Parasitology 2004; 20: 469-76.

Zajac AM. Gastrointestinal nematodes of small ruminants: life cycle, anthelmintics, and diagnosis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 2006; 22: 529-41.

IX. ANHANG

1. Studien zum Thema TST-System

Tabelle IX-1: Übersicht über Studien zum Thema TST-Schema bei kleinen Wiederkäuern

EpG = Eiausscheidung pro Gramm Kot, BCS = Körperkondition (je niedriger der Score, desto dünner das Tier); FAMACHA[®] = FAMACHA[®]-Score am Auge (1 = rot bis 5 = weiß), Milch = Milchleistung

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
LARSEN et al. (1994) Australien	Schafe: 1333 adulte Tiere auf 3 Betrieben	Zusammenhang zwischen der Verschmutzung der Perineal-region und der Eiausscheidung	nicht-hämatophage Spezies dominierten kein signifikanter Zusammenhang feststellbar
LARSEN and ANDERSON (2000) Australien	Schafe: 102 adulte Tiere auf 1 Betrieb	Zusammenhang zwischen der Verschmutzung der Perineal-region und der Eiausscheidung	Experimentelle Infektion mit <i>Trichostrongylus</i> spp. Durchfälle durch Infektion hauptsächlich bei den im Vorjahr als anfällig kategorisierten Tieren
MALAN et al. (2001) Südafrika	Schafe: 388 adulte Tiere auf 1 Betrieb	wenn Schleimhaut-score ≥ 4 (Vorläufer zur FAMACHA [®] -Karte, selbe Einteilung) oder Unterkieferödem → Blutprobe und bei Hämatokrit ≤ 15 % behandeln	<i>H. contortus</i> wichtigster Erreger in Südafrika FAMACHA [®] -Methode geeignet zur <i>H. contortus</i> -Kontrolle (Todesfälle wurden vermieden bei wöchentlicher Anwendung)
VATTA et al. (2001) Südafrika	Ziegen: adulte Tiere auf 4 Betrieben, zwischen 9–47 Tieren pro Betrieb	bei FAMACHA [®] ≥ 4 behandelt	75–98 % <i>H. contortus</i> in Larvenkultur FAMACHA [®] -Methode v. a. in Betrieben mit geringen finanziellen Möglichkeiten wertvoll
HOSTE et al. (2002a) Frankreich	Ziegen: 120 adulte Ziegen auf 1 Betrieb über 2 Jahre	Entwurmung der Erst-laktierenden und von den restlichen Tieren insgesamt 1/3 (im 1. Jahr) bzw. 60 % (im 2. Jahr) mit der höchsten Milchmenge	v. a. nicht-hämatophage Spezies in Frankreich System schien auf dem Betrieb für TST geeignet zu sein, weitere Studien notwendig um dies zu bestätigen

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
HOSTE et al. (2002b) Frankreich	Ziegen: 853 adulte Ziegen auf 11 Betrieben (davon 5 Betriebe über 2 Jahre und 6 über 3 Jahre untersucht)	Entwurmung der Erstlaktierenden und der Ziegen mit der höchsten Milchmenge , sodass insgesamt 2/3 der Herde entwurmt	Mischinfektionen, meistens dominierten nicht-hämato-phage Spezies TST während Weidesaison sinnvoll; kein Unterschied zur systematischen Behandlung aller Tiere im Hinblick auf Milchleistung
GAULY et al. (2004) Deutschland	Schafe: 177 Lämmer auf 1 Betrieb	Evaluation des FAMACHA ®-Scores	Experimentelle Infektion mit <i>H. contortus</i> FAMACHA®-Score ungeeignet für Vorhersage der Belastung (evtl. da nur geringe Belastung mit <i>H. contortus</i>)
KAPLAN et al. (2004) USA	Schafe: 847 abgesetzte und adulte Tiere Ziegen: 537 abgesetzte und adulte Tiere insgesamt 39 Betriebe	Evaluation des FAMACHA ®-Scores	<i>H. contortus</i> dominierende Spezies (im Mittel 91 % der ausgezählten Larven) FAMACHA®-Score hilfreich, um anämische Tiere zu identifizieren und um sicher <i>H. contortus</i> zu kontrollieren – auch wenn viele Tiere mit FAMACHA®-Methode falsch positiv getestet wurden
CABARET et al. (2006) Frankreich	Schafe: zwei Betriebe, pro Monat und Betrieb 5 Lämmer, über 6 Jahre	Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Parasiteninfektion	kein <i>H. contortus</i> in Herden je nach Jahreszeit guter Parameter, um über Behandlungswürdigkeit zu entscheiden, aber: zeitintensiv, daher besser als Parameter für ganze Herde geeignet
EJLERTSEN et al. (2006) Kenia	Ziegen: 138 Ziegen verschiedener Altersklassen aus 2 Betrieben	Behandlung bei FAMACHA ® ≥ 3	57–67 % <i>H. contortus</i> in Larvenkultur akzeptable Methode um Anämie zu erkennen und daher auch um <i>H. contortus</i> zu kontrollieren

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
KOOPMANN et al. (2006) Deutschland	Schafe: 40 adulte Tiere auf 1 Betrieb in 1 Jahr Ziegen: 40–55 adulte Tiere auf 1 Betrieb über 3 Studienjahre	Evaluation des Parameters FAMACHA ®-Score	<i>H. contortus</i> : im ersten Jahr 24,6 % (bei Schafen) bzw. 12,4 % (bei Ziegen) in Larvenkultur FAMACHA®-Methode in Norddeutschland nicht geeignet, um Parasitenbelastung zu beurteilen
LEATHWICK et al. (2006b) Neuseeland	Schafe: Lämmer von 313 Mutter-schafen, in 11 Teilherden eines Betriebes; Studiendauer 5 Jahre	u. a. folgendes TST-System getestet: – Körpergewicht: 15 % der schwersten Lämmer unbehandelt	keine näheren Angaben zum Verhältnis des Wurm-spektrums TST scheint Vorkommen von Resistenzen zu senken, weitere Untersuchungen hierzu notwendig
LEATHWICK et al. (2006a) Neuseeland	Schafe: 360 Lämmer auf 1 Betrieb in 9 Teilherden	zwei TST Systeme getestet – Körpergewicht: 10 % der schwersten unbehandelt belassen mittlere EpG der Gruppe > 500 (= Targeted Treatment)	<i>Haemonchus</i> , <i>Ostertagia</i> und <i>Trichostrongylus</i> spp. dominierend TST-Systeme schien geeignet, um Refugien für manche Wurmarten (<i>Trichostrongylus</i> und <i>Haemonchus</i> spp.) zu schaffen, für andere Wurmarten (<i>Ostertagia</i> , <i>Cooperia</i> und <i>Nematodirus</i> spp.) hingegen nicht; weitere Forschung hierzu notwendig
BROUGHAN and WALL (2007) England	Schafe: 200 Lämmer auf 2 Betrieben	Zusammenhang zwischen Verschmutzung der Perinealregion und Eiausscheidung	<i>Teladorsagia circumcincta</i> dominierend (70–96 % in Larvenkultur) Eiausscheidung höher bei Tieren mit starker Verschmutzung der Perinealregion oder mit Durchfällen

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
BURKE et al. (2007) USA	Schafe: 552 adulte Schafe Ziegen: 676 adulte Ziegen insgesamt 7 Betriebe	Evaluation von FA-MACHA®-Score und BCS	keine Angabe zum Wurm-spektrum BCS nicht als Parameter zum Erkennen von <i>H. contortus</i> -Infektionen geeignet; FAMACHA®-Methode hingegen geeignet (allerdings Korrelation zur Eiausscheidung bei Ziegen sehr gering)
MAHIEU et al. (2007) Frankreich (Guadeloupe)	Ziegen: 230 adulte Tiere auf 1 Betrieb über 2 Jahre	Behandlung bei FA-MACHA® ≥ 4 ; außerdem wurden folgende Parameter evaluiert: Hämatokrit, BCS und Haarkleid	im Mittel 36 % (1. Jahr) bzw. 62 % (2. Jahr) <i>H. contortus</i> in Larvenkultur am besten mit Eiausscheidung korrelierte der Hämatokrit, gefolgt von FAMACHA®-Score und Haarkleid; FAMACHA® scheint für Haemonchose in feuchten Tropen geeignet, sofern wöchentlich angewandt dünne und struppige Tiere benötigen eher eine Entwurmung als solche in guter Kondition
CRINGOLI et al. (2009) Italien	Schafe: 60 adulte Tiere auf 4 Betrieben	drei TST-Systeme getestet: – FAMACHA® ≥ 3 entwurmt (Betrieb 1 und 2) – alle Tiere über dem mittleren EpG entwurmt (Betrieb 3) – alle mit Milchleistung über dem Mittelwert entwurmt (Betrieb 4)	zwei Betriebe ca. 60 % <i>H. contortus</i> , die beiden anderen 9 % bzw. 0 % <i>H. contortus</i> in Kotkultur in den Betrieben 2 und 3 signifikant weniger Milchleistung in TST-Gruppe im Vergleich zur strategisch-prophylaktischen Gruppe; Zeitpunkt der Behandlung ist wichtig

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
DI LORIA et al. (2009) Italien	Schafe: 137 adulte Tiere auf 3 Betrieben	Evaluation des FAMACHA® -Scores	55 % <i>H. contortus</i> in Larvenkultur niedrige Sensitivität des FAMACHA®-Scores im Hinblick auf Anämie (Hämatokrit < 27 %) – auch bei Schwellenwert ≥ 3 unzureichend, niedrige Korrelation FAMACHA®-Score und Eiausscheidung FAMACHA® als alleiniger Parameter ungeeignet, eventuell unterstützend bei der Anamnese
GALLIDIS et al. (2009) Griechenland	Schafe: 2387 adulte Tiere auf 18 Betrieben Ziegen: 3465 adulte Tiere auf 20 Betrieben	pro Betrieb eines von drei TST-Systemen getestet: – bei EpG > 300 behandelt – bei BCS < 2 (Score von 1-5) behandelt – Milch > 2 l/Tag behandelt (nur bei Schafen angewandt)	<i>Teladorsagia</i> spp. in Larvenkultur dominierend EpG nicht praktikabel; Milchleistung besser geeignet als Körperkondition
GREER et al. (2009) Schottland	Schafe: 192 Lämmer auf 1 Betrieb über 2 Jahre	u. a. zwei TST-Systeme getestet: – bei klinischen Anzeichen einer Parasitose in Herde in Verbindung mit moderatem EpG alle behandelt (= Targeted Treatment) – ab einem Schwellenwert des Modelles entwurmt, das mögliche Gewichtszunahmen berechnet und mit tatsächlichen Zunahmen vergleicht	<i>Teladorsagia circumcincta</i> dominierend in dieser Umgebung Modell schien die behandelungswürdigen Tiere erfolgreich ausfindig zu machen → kann die Grundlage für ein TST sein Behandlung erst bei Anzeichen von Parasitosen resultierte in geringsten Gewichtszunahmen

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
STAFFORD et al. (2009) England	Schafe: 508 Lämmer auf 1 Betrieb	keine Behandlung, wenn guter Allgemeinzustand + perianal keine Ver- schmutzungen + Lamm unter den besten ¼ bei den Gewichtszunahmen	<i>Teladorsagia circumcincta</i> und <i>Trichostrongylus</i> spp. laut früheren Arbeiten im Betrieb dominierend Gewichtsbasierte Parameter für TST in gemäßigten Klimazonen geeignet ohne erkennbare Pro- duktionsverluste; zusätzlich zum TST regelmäßig Eiausscheidung untersuchen
BESIER et al. (2010) Australien	Schafe: 457 adulte Tiere auf 3 Betrieben	anhand mittlerer EpG der Herde wurde der Anteil an zu entwur- menden Tieren be- stimmt (Ziel: mittlere EpG < 200); entwurmt wurden Tiere mit dem schlechtesten BCS	<i>Teladorsagia</i> spp. und <i>Trichostrongylus</i> spp. in Larvenkultur dominierend TST war effektiv und praktikabel; Kontrolle der Eiausscheidung in kri- tischen Zeiten
GABA et al. (2010) Frankreich	Schafe: 24 Lämmer auf 1 Betrieb	entwurmt wurden die Tiere mit Gewichtszunahmen < 0,10 kg/ Tag und das Tier mit der höchsten EpG	<i>Teladorsagia circumcincta</i> dominierend bei Sektion; kein <i>H. contortus</i> Selektion auf Resistenzen und negative Auswir- kungen einer Parasitose scheinbar erfolgreich kon- trolliert, höhere Eiaus- scheidung in TST-Gruppe → nachhaltig über längeren Zeitraum?
SCHEUERLE et al. (2010) Schweiz	Ziegen: 64 Tiere auf 6 Betrieben	Evaluation des FAMACHA ®-Scores	25,6–71,8 % <i>H. contortus</i> FAMACHA® v. a. unter ressourcenarmen Bedin- gungen und wenn <i>H.</i> <i>contortus</i> -Infektionen schnell zu Todesfällen führen geeignet; in Europa evtl. Hilfe bei Behandlung, wenn resistente <i>H.</i> <i>contortus</i> -Stämme im Betrieb

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
MILLER et al. (2011) USA	Schafe: (1 Betrieb) Versuch 1: 30 Mutter-schafe Versuch 3: 45 Lämmer Ziegen: Versuch 2: 30 Lämmer auf einem Betrieb	Untersuchung von: FAMACHA[®] und EpG (FAMACHA [®] allein oder in Kombi- nation mit EpG)	<i>H. contortus</i> laut früheren Studien dominierend Infektion mit GIN in allen Gruppen ausreichend kon- trolliert; FAMACHA [®] - Methode zeitintensiv (noch wirtschaftlich?)
OUZIR et al. (2011) Marokko	Ziegen: 200 Tiere auf 10 Betrieben	drei TST-Systeme untersucht: – FAMACHA[®]-Score ≥ 3 entwurmt – Tiere mit Durchfall entwurmt – BCS (von 0–5): Score = 0 entwurmt	Sektion von Schafen in ähnlicher Gegend ergab Prävalenzen von <i>H.</i> <i>contortus</i> von 16–17 % BSC ungeeignet, Kotkon- sistenz und FAMACHA [®] - Score waren geeignet, um Großteil der Behand- lungswürdigen zu erken- nen; etwas bessere Sensiti- vität bei Kombination der Parameter, aber: zeit- aufwendig; keine Redu- ktion der Behandlungen bei FAMACHA [®] -Methode im Vergleich zu dreimaliger Behandlung der ganzen Herde
BENTOUNSI et al. (2012) Algerien	Schafe: 30 Lämmer eines Betriebes	Evaluation von: – FAMACHA[®]-Score – Kotkonsistenz – relatives Gewicht (im Vergleich zur restlichen Herde)	bei Sektionen dominierten nicht-hämatophage Spezies Kotkonsistenz bester Para- meter um behandlungs- würdige Tiere zu finden, aber in größeren Herden schwer anzuwenden (individuelle Kotproben notwendig); FAMACHA [®] - Methode weniger geeignet; Kombination der beiden Parameter brachte keine Verbesserung der Sensitivi- tät als Kotkonsistenz allein; Gewichtszunahme auch un- geeignet

Fortsetzung von Tabelle IX-1

Studie und Land	Studientiere	TST-Parameter	Wurmspezies/Schlussfolgerung/Anmerkung
KENYON et al. (2013) Schottland	Schafe: 864 Lämmer in 5 Jahren auf 1 Betrieb	u. a. folgende TST-Systeme untersucht: – Gewichtszunahme (tatsächliche Zunahme im Vergleich der nach dem Modell von GREER et al. (2009)) – Behandlung bei Anzeichen von Parasitosen in der Herde (=Targeted Treatment)	kein <i>H. contortus</i> bei Sektion von Lämmern gefunden Entwicklung von Resistenzen schien verlangsamt worden zu sein; signifikant niedrigere Gewichtszunahmen in Gruppe, die erst bei Anzeichen von Parasitosen behandelt worden waren
TORRES-ACOSTA et al. (2014) Mexiko	Ziegen: 1585 Tiere > 4 Monate alt auf 103 kleinen Betrieben	u. a. FAMACHA®-Score evaluiert und ein kombiniertes TST-System getestet: bei FAMACHA® ≥ 4 oder BCS (1-4) $< 2,5$ wird Kotprobe untersucht: Entwurmung bei EpG ≥ 500 bzw. ≥ 750	59,4 % <i>H. contortus</i> in Larvenkultur kein Zusammenhang zwischen FAMACHA®-Score und Eiausscheidung → nicht als alleiniges Kriterium geeignet; auch BCS nicht als alleiniger Parameter geeignet; kombiniertes System verbesserte die niedrige Sensitivität des FAMACHA®-Scores
TRAPP (2014) Deutschland	Schafe: 186 Lämmer auf 1 Betrieb	behandelt wurden die 25 % mit den niedrigsten Gewichtszunahmen ; zusätzlich evaluiert wurden: BCS, FAMACHA®-Score und der Verschmutzung der Perinealregion	<i>H. contortus</i> -Anteil: 2,7–27,8 % aller Nematoden (ermittelt durch Sektion) Gewichtszunahmen unter allen Parametern am besten geeignet, allerdings nur mäßige Korrelation zur Eiausscheidung
KNUBBEN-SCHWEIZER, persönliche Mitteilung	Ziegen: 219 adulte Tiere auf 6 Betrieben; auf 1 Betrieb zusätzlich auch Lämmer	Kombination aus FAMACHA®, Körperkondition (0–2) und Kotkonsistenz (0–2); Entwurmung bei Gesamtscore von ≥ 4	72 %–94 % <i>H. contortus</i> in Larvenkultur Kotkonsistenz ungeeignet; sehr dünne Tiere hatten signifikant höhere Eiausscheidungen; der Parameter FAMACHA®-Score war am besten geeignet

2. Wichtige Endoparasiten beim kleinen Wiederkäuer

Tabelle IX-2: Auszug aus der Taxonomie des Stammes Nematoda

Reich: Eukaryota, Unterreich: Animalia, Stamm; Kollektivbezeichnung: Helminthes Stamm: Nematoda (nach DEPLAZES et al. (2013))				
Klasse	Ordnung	Überfamilie	Familie	Gattung
Secer- nentea	Rhabditida		Strongyloididae	<i>Strongyloides</i>
	Strongy- lida	Strongyloidea	Chabertiidae	<i>Chabertia</i>
				<i>Oesophagostomum</i>
		Ancylostomatoidea	Ancylostomatidae	<i>Bunostomum</i>
		Trichostrongyloidea	Trichostrongylidae	<i>Cooperia</i>
				<i>Haemonchus</i>
				<i>Ostertagia</i>
				<i>Teladorsagia</i>
				<i>Trichostrongylus</i>
			Molineidae	<i>Nematodirus</i>
			Dictyocaulidae	<i>Dictyocaulus</i> *
		Metastrongyloidea	Protostrongylidae	<i>Cystocaulus</i> *
				<i>Muellerius</i> *
				<i>Protostrongylus</i> *
				<i>Neostrongylus</i> *
Adeno- phorea	Oxyurida		Oxyuridae	<i>Skrjabinema</i>
	Enoplida	Trichinelloidea	Trichuridae	<i>Trichuris</i>
				<i>Capillaria</i>

* Lungenwürmer

Tabelle IX-3: Auszug aus der Taxonomie des Stammes Platyhelmintha

Reich: Eukaryota, Unterreich: Metazoa, Stamm; Kollektivbezeichnung: Helminthes Stamm: Platyhelmintha (nach DEPLAZES et al. (2013))				
Unterstamm	Klasse	Ordnung	Familie	Gattung
Trematoda	Digenea	Echinostomida	Fasciolidae	<i>Fasciola</i> *
		Plagiorchiida	Dicrocoeliidae	<i>Dicrocoelium</i> *
Cercomero- morpha	Cestodea	Cyclophyllida	Anoplocephalidae	<i>Moniezia</i>
			Taeniidae	<i>Echinococcus</i>
				<i>Taenia</i>

* Leberegel

3. In Deutschland zugelassene Anthelminthika für Wiederkäuer

Auf den folgenden Seiten sind die für Schaf und Rind zugelassenen Anthelminthika in einer Tabelle aufgelistet. Dabei wird in der Spalte „Anwendungsgebiete“ nicht unterschieden, ob das Medikament gegen alle oder nur gegen einzelne Spezies bzw. Parasitenstadien wirksam ist. Quelle der Daten ist die Plattform VETIDATA (Stand: 08.03.2016). Die Daten wurden mit großer Sorgfalt zusammengefasst, für die Angaben zu den Zulassungsbestimmungen und der Wartezeit wird keine Gewähr übernommen; vor einer Anwendung der Präparate ist der Beipackzettel zu beachten.

Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016))

	Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Zulassung Rind	Zulassung Schaf	Einschränkung bei der Anwendung beim Wiederkäuer	Wartezeit		Anwendungsgebiete									
						Fleisch	Milch	GIN	Lungenwürmer	Bandwürmer	Leberegel	Räudemilben	Nasendasseln	Dasselfliegen	Läuse	Augenwürmer	R
Amino-Acetonitril-Derivat	Monepantel	ZOLVIX 25 mg/ml Lösung zum Eingeben für Schafe	–	x	Nicht anwenden bei Tieren, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist	7 d	–	x									
			x	x	Nicht anwenden im 1. Drittel der Trächtigkeit; nicht anwenden bei Schafen, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist	R: 21 d S: 14 d	R: 5 d S: –	x	x	x							
Benzimidazole	Albendazol	Albendazol 10% Suspension aniMedica zum Eingeben für Rinder und Schafe	–	x	Nicht anwenden bei trächtigen Tieren	10 d	5 d	x	x	x							
		Valbazen 1,9% Suspension zum Eingeben für Schafe	x	–	Nicht anwenden bei trächtigen Tieren	28 d	5 d	x	x	x							
		Valbazen 10%	x	–	Nicht anwenden bei trächtigen Tieren												
	Fenbendazol	Fenbendazol 5%, 50 mg/g, Pulver zum Eingeben für Rinder, Schweine, Schafe und Pferde	x	x	Nicht anwenden bei Schafen, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist	R: 7 d S: 10 d	R: 6 d S: –	x									
		Fenbendazol 5% AMV, 50 g/kg, Arzneimittel-Vormischung für Rinder und Schweine	x	–		7 d	6 d	x									
		Panacur Granulat 222 mg/g, Granulat zum Eingeben für Rinder und Pferde	x	–		9 d	6 d	x	x								
		Panacur SR Bolus 12 g, intraruminales System für Rinder	x	–	Nicht anwenden bei tragenden und laktierenden Tieren, die der Milchgewinnung dienen	200 d	–	x	x								

Forts. Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016))

Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Zulassung Rind	Zulassung Schaf	Einschränkung bei der Anwendung beim Wiederkäuer	Wartezeit		Anwendungsgebiete										
					Fleisch	Milch	GIN	Lungenwürmer	Bandwürmer	Leberegel	Räudemilben	Nasendasseln	Dasselfliegen	Läuse	Augenwürmer	Haarlinge	Hornfliege
Benzimidazole	Panacur Suspension 2,5 %, Suspension zum Eingeben für Schafe	–	x		16 d	7 d	x	x	x								
	Panacur Suspension 10 %, für Rinder und Pferde	x	–		7 d	6 d	x	x									
	Panacur Tabletten 250 mg, für Schafe	–	x		21 d	7 d	x	x	x								
Oxfendazol	Oxfenil 2,265 %, Suspension für Rinder und Schafe	x	x	Nicht bei Schafen anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist	14 d	R: 5 d S: –	x	x	x								
	Systamex Intervall-Bolus forte 7,5 g Intraruminales System mit pulsierender Freigabe für Rinder	x	–	Nicht bei tragenden und laktierenden Tieren einsetzen, die der Milchgewinnung dienen	180 d	–	x	x	x								
Triclabendazol	Endofluke 100 mg/ml Suspension zum Eingeben für Rinder und Schafe	x	x	Nicht bei laktierenden Tieren anwenden, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist; bei der Anwendung in Trockenstehperiode gelten besondere, hier nicht näher aufgeführte Vorschriften für die Verwendung der Milch; auch nicht anwenden bei trockenstehenden Mutterschafen und nicht 1 Jahr vor erstem Lammern bei Mutterschafen, wenn Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen	56 d	–				x							

Forts. Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016))

Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Zulassung Schaf Zulassung Rind	Einschränkung bei der Anwendung beim Wiederkäuer	Wartezeit		Anwendungsgebiete										
				Fleisch	Milch	GIN	Lungenwürmer	Bandwürmer	Leberegel	Räudemilben	S	Nasendasseln	Dasselfliegen	Läuse	Augenwürmer	Haarlinge
Imidazothiazole	Levamisol Spot-On 100 mg/ml Lösung zum Auftropfen für Rinder	x	Nicht bei Tieren anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist.	22 d	–	x	x									
	Nematovet, 100 mg/ml, Injektionslösung für Rinder und Schweine	x	Nicht anwenden bei Trächtigkeit und nicht bei Tieren, die der Milchgewinnung dienen	8 d	–	x	x									
	Ripercol Drench 88,5 mg/ml Lösung zum Eingeben für Rinder und Schafe	x	Nicht bei Tieren anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist; die Anwendung von Ripercol Drench bei trächtigen Tieren nur nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Analyse	21 d	–	x	x									
Makrozyklische Laktone	Dectomax Injektionslösung für Rinder und Schafe	x	Nicht anwenden bei - Tieren, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist; - bei trockenstehenden Kühen oder trächtigen Färsen innerhalb von 2 Monaten vor Abkalben; - bei trockenstehenden oder trächtigen Schafen innerhalb von 70 Tagen vor dem Ablammen	70 d	–	x	x			x	x	x	x	x	x	
	Dectomax Pour-On 5 mg/ml Lösung für Rinder	x	Darf nicht für andere Tierarten verwendet werden; nicht anwenden bei - laktierenden Kühen, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist; - trockenstehenden Kühen oder trächtigen Färsen innerhalb von 60 Tagen vor dem Abkalben	35 d	–	x	x							x	x	x

Forts. Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016))

Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Zulassung Rind	Zulassung Schaf	Einschränkung bei der Anwendung beim Wiederkäuer	Wartezeit		Anwendungsgebiete											
					Fleisch	Milch	GIN	Lungenwürmer	Bandwürmer	Leberegel	Räudemilben	Nasendasseln	Dasselfliegen	Läuse	Augenwürmer	Haarlinge	Hornfliege	
Makrozyklische Laktone	Eprexis 5 mg/ml Pour-On Lösung für Rinder	x	–	Nicht anwenden bei anderen Tierarten	15 d	0 h	x	x					x	x			x	x
	Eprexis 20 mg/ml Injektionslösung für Rinder	x	–	Nicht anwenden bei anderen Tierarten	63 d	0 h	x	x					x	x				x
	Eprinex Pour-On 5 mg/ml Lösung zum Auftragen auf die Haut für Rinder	x	–	Soll nicht bei anderen Tierarten angewendet werden	15 d	0 d	x	x					x	x			x	x
	Eprizero Pour-On 5 mg/ml Lösung zum Übergießen für Mast- und Milchrinder	x	–	Darf nicht bei anderen Tierarten angewendet werden	10 d	0 d	x	x					x	x			x	x
	Neoprnil Pour-On 5 mg/ml Lösung zum Übergießen für Rinder	x	–	Nicht bei anderen Tierarten anwenden	15 d	0 h	x	x					x	x			x	x
	Alfamectin 1 % Injektion, 10 mg/ml Injektionslösung	x	x	Nicht anwenden bei Kühen/Schafen, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist, nicht bei trockenstehenden Kühen/Färsen/Schafen innerhalb 60 d vor errechnetem Abkalbe-/Ablamtermin	R: 49 d S: 42 d	–	x	x					x	x			x	
Ivermectin	Chanectin Injektion, 1%ige Injektionslösung für Rinder	x	–	Sollte nicht anderen Tierarten verabreicht werden; nicht anwenden bei Milchkühen, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist, sowohl während Laktation als auch Trockenstehphase; bei trächtigen Färsen darf es 60 Tage vor dem Kalben nicht mehr angewendet werden	49 d	–	x	x				x						

Forts. Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016))

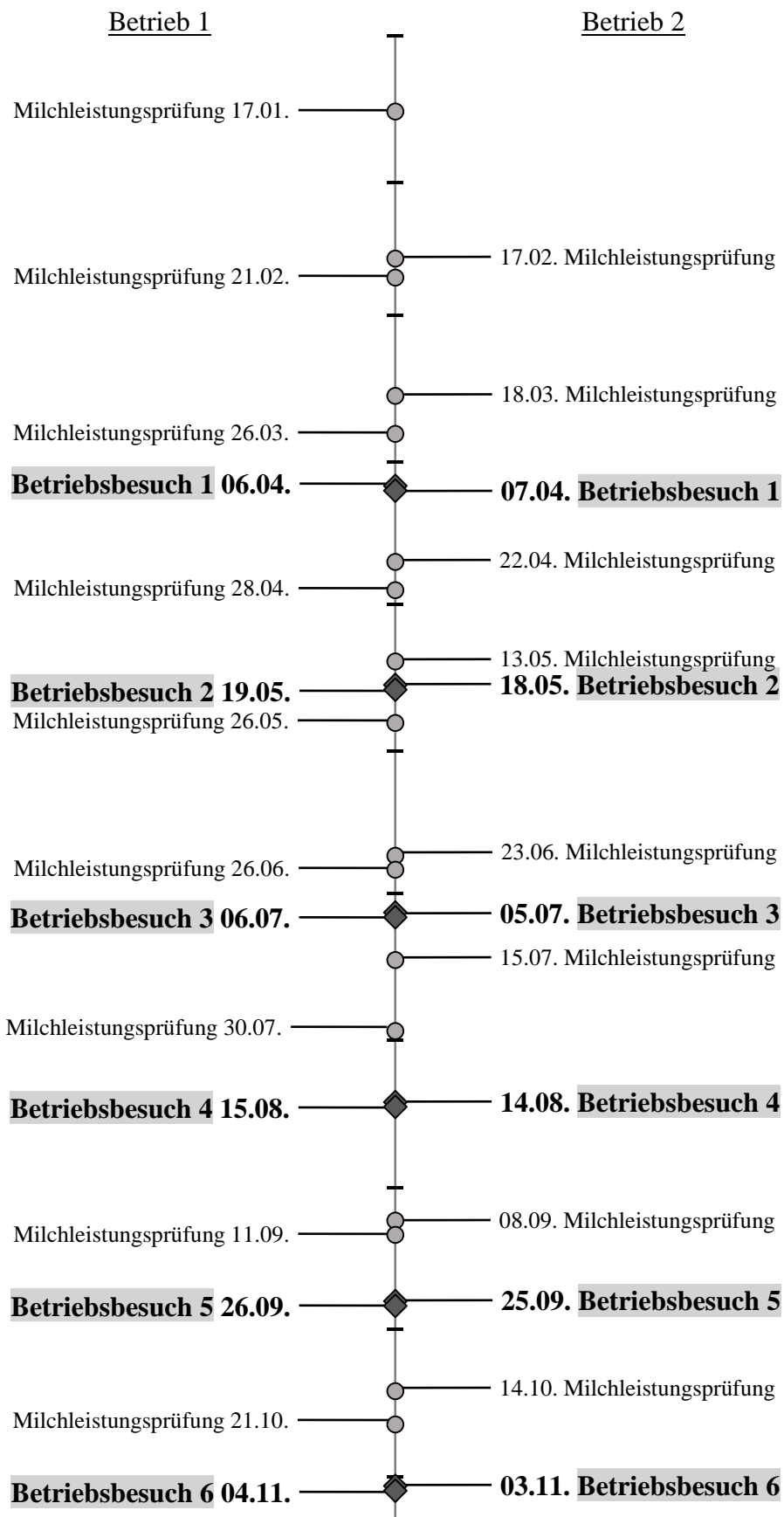
	Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Zulassung Rind	Zulassung Schaf	Einschränkung bei der Anwendung beim Wiederkäuer	Wartezeit		Anwendungsgebiete										
						Fleisch	Milch	GIN	Lungenwürmer	Bandwürmer	Leberegel	Räudemilben	S	Nasendasseln	Dasselfliegen	Läuse	Augenwürmer	Haarlinge
makrozyklische Laktone	Ivermectin	Virbamec, 10 mg/ml Injektionslösung für Rinder	x	–	Nicht anwenden bei Tieren, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist, auch nicht bei trockenstehenden Milchkühen (inkl. trächtiger Färsen) innerhalb 60 d vor Abkalben	49 d	–	x	x			x	x					
		Virbamec pour-on, 5 mg/ml, Lösung zum Auftropfen für Rinder	x	–	Nicht anwenden bei laktierenden und trockenstehenden Rindern, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist, inkl. tragenden Färsen, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist, innerhalb 60 d vor errechnetem Abkalbetermin	28 d	–	x	x			x					x	x
	Moxidectin	Cydectin 0,1% orale Lösung zum Eingeben für Schafe	–	x		14 d	5 d	x	x									
		Cydectin 0,5%, Lösung zum Aufgießen auf den Rücken, für Rinder	x	–		14 d	0 d	x	x			x					x	x
		Cydectin 1% Injektionslösung für Rinder	x	–	Nicht anwenden bei laktierenden Tieren, deren Milch für menschlichen Verzehr/industrielle Zwecke vorgesehen ist, sowie innerhalb 60 d vor Abkalben	65 d	–	x	x			x					x	
		Cydectin 10% LA für Rinder, Injektionslösung	x	–	Nicht anwenden bei laktierenden Tieren, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist; nicht bei trächtigen Tieren, innerhalb 80 d vor errechnetem Kalbetermin	108 d	–	x	x								x	

Forts. Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016))

	Wirkstoff	Handelsbezeichnung	Zulassung Schaf Zulassung Rind	Einschränkung bei der Anwendung beim Wiederkäuer	Wartezeit		Anwendungsgebiete												
					Fleisch	Milch	S + R	S	R	GIN	Lungenwürmer	Bandwürmer	Leberegel	Räudemilben	Nasendasseln	Dasselfliegen	Läuse	Augenwürmer	Haarlinge
Salicylsäure-anilide	Closantel-Natrium	Flukiver 50 mg/ml Suspension zum Eingeben für Rinder und Schafe	x x	Nicht anwenden bei Rindern/Mutterschafen, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist, inkl. Trockenstehtzeit; nicht bei Färsen, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist, während der zweiten Hälfte der Tragezeit; nicht bei Mutterschafen, deren Milch für menschlichen Verzehr bestimmt ist, innerhalb eines Jahres vor erster Ablammung	R: 28 d S: 42 d	–		x		*)			x						
Kombinationspräparate																			
makrozyklische Laktone	Ivermectin	Bimectin Fluke, 10/100 mg/ml, Injektionslösung für Rinder	x –	Darf nicht bei anderen Tierarten angewendet werden; nicht bei Tieren anwenden, deren Milch für den menschlichen Verzehr vorgesehen ist; auch nicht bei Milchkühen in Trockenstehtzeit, inkl. tragenden Färsen innerhalb von 60 d vor Kalbung	66 d	–		x	x				x	x			x	x	
Sulfonamide	Clorsulon																		
Makrozykl. Laktone	Ivermectin	Closamectin 5mg/ml + 200mg/ml Pour-On Lösung zum Übergießen für Rinder	x –	Nicht anwenden bei Kühen, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist, inkl. Trockenstehtperiode; nicht in zweiter Hälfte der Trächtigkeit bei Färsen, deren Milch für menschlichen Verzehr vorgesehen ist	28 d	–		x	x				x	x			x	x	
Salicylsäure-anilide	Closantel-Natrium																		

*) wirkt bei Schafen gegen *H. contortus*

4. Zeitstrahl 2014 mit Untersuchungsterminen



5. Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung

Tabelle IX-5: Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung in kg aufgeteilt nach Zeitpunkt der Ablammung bei den Ziegen aus Betrieb 1

W = Woche der Ablammung, beginnend mit erster Ablammung am 29.12.2013; Analyse erfolgte für jede Milchleistungsprüfung sowie über ganze Laktation (ganze Laktation); Korrelation nach Pearson: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare; bei einer Anzahl von < 10 Ziegen pro Ablammwoche sind die Daten heller dargestellt

		Milchleistungsprüfung									ganze Lak- tation
		Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Sept.	Nov.	
W 1	r	0,245	0,242	0,360*	0,366*	0,260	0,063	0,131	0,250	0,315*	0,199**
	p	0,122	0,128	0,022	0,018	0,101	0,697	0,413	0,120	0,047	< 0,001
	n	41	41	40	41	41	41	41	40	40	366
W 2	r	0,311*	0,489**	0,518**	0,392**	0,472**	0,398**	0,401**	0,304*	0,244	0,314**
	p	0,017	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	0,002	0,002	0,023	0,070	< 0,001
	n	58	57	55	57	56	57	57	56	56	509
W 4	r		0,538	0,430	−0,079	0,265	0,325	0,382	0,048	0,368	0,239
	p		0,213	0,336	0,882	0,566	0,476	0,398	0,919	0,416	0,079
	n	0	7	7	6	7	7	7	7	7	55
W 5	r		.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
	p										
	n	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
W 8	r		.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
	p										
	n	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
> W 12	r				.a	0,402	0,244	< 0,001	−0,030	−0,116	0,190
	p					0,598	0,756	1,000	0,970	0,884	0,410
	n	0	0	0	1	4	4	4	4	4	21

a. Keine Berechnung möglich, da mindestens eine der Variablen konstant

Tabelle IX-6: Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung in kg aufgeteilt nach Zeitpunkt der Ablammung bei den Ziegen aus Betrieb 2

W = Woche der Ablammung, beginnend mit erster Ablammung am 05.01.2014; Analyse erfolgte für jede Milchleistungsprüfung sowie über ganze Laktation (ganze Laktation); Korrelation nach Pearson: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare; bei einer Anzahl von < 10 Ziegen pro Ablammwoche sind die Daten heller dargestellt

		Milchleistungsprüfung								ganze Lak- tation	
		Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Sept.	Nov.	
W 1 r p n			0,353	0,161	0,316	0,105	0,045	0,103	0,244	0,008	0,141
			0,150	0,524	0,217	0,679	0,860	0,695	0,346	0,975	0,098
	0	18	18	17	18	18	17	17	17	17	140
W 2 r p n			0,060	0,061	−0,034	−0,077	0,031	0,082	−0,017	−0,101	0,009
			0,592	0,583	0,769	0,492	0,782	0,476	0,887	0,407	0,831
	0	81	82	79	81	80	78	76	69	69	626
W 3 r p n			0,400	0,460	0,630	0,782*	0,470	0,644	0,458	0,205	0,417**
			0,286	0,213	0,069	0,013	0,202	0,085	0,253	0,625	< 0,001
	0	9	9	9	9	9	8	8	8	8	69
W 4 r p n			0,346	−0,112	0,007	0,169	0,419	0,428	0,147	−0,432	0,102
			0,362	0,774	0,985	0,663	0,261	0,251	0,706	0,333	0,399
	0	9	9	9	9	9	9	9	9	7	70
W 5 r p n			0,124	0,044	−0,046	−0,110	−0,275	−0,182	−0,270	−0,102	−0,032
			0,479	0,803	0,793	0,530	0,110	0,297	0,123	0,577	0,594
	0	35	35	35	35	35	35	35	34	32	276
W 6 r p n		−1,000**	−0,123	−0,282	−0,102	0,217	0,343	−0,741	< 0,001		0,012
			0,843	0,588	0,848	0,680	0,506	0,092	1,000		0,940
	0	2	5	6	6	6	6	6	5	42	
W 7 r p n			0,779**	0,659*	0,566	0,571	0,619*	0,560	0,379		0,510**
			0,003	0,020	0,055	0,066	0,032	0,058	0,251		< 0,001
	0	0	12	12	12	11	12	12	11	82	
W 8 r p n			−0,123	0,246	0,067	0,141	0,243	−0,101	0,062		,027
			0,650	0,359	0,806	0,602	0,382	0,720	0,832		,782
	0	0	16	16	16	16	15	15	14	108	
W 9 r p n	.a	.a	0,417	0,489	0,105	0,362	0,433	0,385	0,949**		0,329*
			0,304	0,218	0,805	0,378	0,283	0,346	0,001		0,014
	0	0	8	8	8	8	8	8	7	55	
W 11 r p n				−1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	1,000**	.a		0,172
											0,593
	0	0	0	2	2	2	2	2	2	12	
>W 12 r p n				0,174	0,382	0,238	0,565	0,147	0,543		0,207
				0,654	0,247	0,481	0,089	0,729	0,164		0,123
	0	0	0	9	11	11	10	8	8	57	

a. Keine Berechnung möglich, da mindestens eine der Variablen konstant

6. Speziesdifferenzierung

Tabelle IX-7: Ergebnisse der Larvendifferenzierung bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Anzahl Larven (n) und prozentualer Anteil an allen gezählten Larven (%)

		Betrieb 1				Betrieb 2			
		Apr.	Mai	Sept.	Nov.	Apr.	Mai	Sept.	Nov.
ausgezählte Larven	n	188	249	927	1183	287	1055	966	1203
<i>Haemonchus contortus</i>	n	17	45	763	710	3	67	152	270
	%	9,0	18,1	82,3	60,0	1,0	6,4	15,7	22,4
<i>Trichostrongylus</i> spp.	n	5	4	0	7	35	129	17	38
	%	2,7	1,6	0,0	0,6	12,2	12,2	1,8	3,2
<i>Teladorsagia</i> spp.	n	131	156	90	295	235	353	379	456
	%	69,7	62,7	9,7	24,9	81,9	33,5	39,2	37,9
<i>Cooperia</i> spp.	n	10	21	34	70	3	18	78	106
	%	5,3	8,4	3,7	5,9	1,0	1,7	8,1	8,8
<i>Chabertia</i> spp. / <i>Oesophagostomum</i> spp.	n	1	18	8	8	6	415	308	277
	%	0,5	7,2	0,9	0,7	2,1	39,3	31,9	23,0
<i>Bunostomum</i> spp.	n	0	0	0	5	3	0	0	4
	%	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,0	0,0	0,3
nicht bestimmbar (ohne Hülle / mit Anomalie)	n	24	5	32	88	2	73	32	52
	%	12,8	2,0	3,5	7,4	0,7	6,9	3,3	4,3

7. Beprobung der Weide: Ergebnisse und Bemerkungen

Tabelle IX-8: Beprobung der Weide auf dem Milchziegenbetrieb 1

Datum	Fläche	Temperatur [°C]	Luftfeuchte [%]	Feuchtigkeit Gras *)	Wuchshöhe Min	Wuchshöhe Max	Masse [g]	Masse nach Trocknung [g]	L3 pro kg frisches Gras	L3 pro kg getrocknetes Gras	Regen N = Nachts zuvor B = bei Beprobung	Probe dreckig/erdig unter Mikroskop
07.04.	1a	18	76	1,5	10	14	313	46,6	0	0		
	1b	18	75	1	8	13	190	29,01	0	0		
	1c	19	75	1,5	9	13	147	21,8	0	0		
	2a	19	76	1,5	10	13	207	32,5	0	0		
	2b	20	75	1,5	10	14	167	22,15	0	0		
19.05.	1a	18	81	2,5	10	13	423	50,8	0	0		x
	1b	18	81	2,5	12	14	254	28,78	0	0		
	1c	18	81	2,5	13	14	243	28,01	0	0		
	2a	19	81	2,5	10	13	203	24,05	0	0		
	2b	19	80	2,5	10	13	368	49,2	0	0		
06.07.	1a	15	72	2,5	10	15	259	49,71	96,5	502,9		
	1b	17	76	2,5	10	13	188	35,17	53,2	284,3		
	1c	18	76	2,5	9	15	206	43,67	24,3	114,5		
	2a	18	80	2,5	16	20	254	53,03	39,4	188,6		
	2b	18	83	2,5	16	19	181	31,68	0	0		
15.08.	1a	15	83	3	15	25	486	59,77	401,2	3262,5	N	
	1b	15	83	3	12	15	310	45,15	16,1	110,7	N	x
	1c	16	84	3	10	14	272	35,64	0	0	N+B	
	2a	16	82	3	10	15	502	68,75	10	72,7	N+B	x
	2b	16	82	3	15	20	394	45,21	0	0	N+B	
26.09.	1a	7	85	2,5	13	21	447	51,14	78,3	684,4		
	1b	7	85	2,5	10	14	309	41,12	0	0		
	1c	6	85	3	10	14	200	31,84	0	0		
	2a	7	86	2,5	11	16	377	56,04	0	0		x
	2b	7	85	2,5	16	21	305	35,14	16,4	142,3		
04.11.	1a	9	68	0,5	9	17	186	34,71	0	0	N	
	1b	9	68	0,5	9	13	166	36,11	60,2	276,9	N	
	1c	9	70	1	8	12	114	26,61	0	0	N	
	2a	10	68	1	9	13	224	46,68	0	0	N	
	2b	9	68	1	9	18	144	23,79	0	0	N	

*) Die Feuchtigkeit des Grases wurde subjektiv bestimmt und reicht in 0,5 Schritten von 0 bis 3; dabei gilt: 0 = trocken; 1 = klamm; 2 = feucht; 3 = mit Wasserperlen

Tabelle IX-9: Beprobung der Weide auf dem Milchziegenbetrieb 2

Datum	Fläche	Temperatur [°C]	Luftfeuchte [%]	Feuchtigkeit Gras *)	Wuchshöhe Min	Wuchshöhe Max	Masse [g]	Masse nach Trocknung [g]	L3 pro kg frisches Gras	L3 pro kg getrocknetes Gras	Regen N = Nachts zuvor B = bei Beprobung	Probe dreckig/erdig unter Mikroskop
08.04.	1a	11	82	2,5	15	17	200	32,2	0	0	N	
	1b	11	82	2,5	14	17	449	65,36	0	0	N	
	1c	11	79	2,5	12	15	235	33,6	0	0	N	
	2a	12	78	2	10	13	202	30,5	19,0	127,6	N	
	2b	12	79	2	10	13	324	47,9	0	0	N	
19.05.	1a	11	86	2	15	20	179	26,99	0	0		
	1b	12	89	2	14	16	351	59,6	13,5	86,1		
	1c	13	87	2	14	18	209	29,53	0	0		
	2a	13	82	2	9	13	359	51,3	0	0		
	2b	13	82	2	10	13	199	29,8	0	0		
05.07.	1a	17	75	2,5	25	30	273	53,58	0	0	N	
	1b	18	82	2	26	30	386	76,04	246,1	1249,3	N	
	1c	17	78	1,5	26	29	244	56,74	348,4	1498,1	N	
	2a	16	80	1	10	15	241	44,76	249,0	1340,5	N	
	2b	17	80	1	12	16	124	24,57	766,1	3866,5	N	
15.08.	1a	12	80	3	18	30	324	39,35	15,4	127,1	N	x
	1b	12	82	3	8	12	361	58,27	27,7	171,6	N+B	
	1c	12	83	3	15	18	300	43,56	166,7	1147,8	N	
	2a	12	84	3	20	25	420	37,35	0	0	N+B	x
	2b	12	83	3	20	22	455	47,04	0	0	N	
25.09.	1a	12	96	3	21	28	359	40,13	0	0		
	1b	12	98	2,5	13	17	494	51,51	81,	776,5		
	1c	12	95	3	10	14	319	42,45	0	0		x
	2a	12	95	2	7	18	349	38,32	107,0	974,1		
	2b	14	95	2	8	15	418	43,03	0	0		
03.11.	1a	12	60	1	8	12	177	32,45	197,7	1078,6		
	1b	14	66	1	12	16	289	51,77	86,5	482,9		
	1c	12	70	1	10	13	122	24,18	655,7	3308,5		
	2a	13	66	1	12	15	155	23,34	129,0	856,9		
	2b	13	67	1	12	15	256	36,57	39,0	273,4		x

*) Die Feuchtigkeit des Grases wurde subjektiv bestimmt und reicht in 0,5 Schritten von 0 bis 3; dabei gilt: 0 = trocken; 1 = klamm; 2 = feucht, 3 = mit Wasserperlen

8. Klinische Untersuchung der Versuchstiere

Tabelle IX-10: Prozentuale Verteilung der klinischen Parameter pro Betriebsbesuch bei den Milchziegen aus Betrieb 1

		Betriebsbesuch						Gesamt
		1 06. Apr.	2 19. Mai	3 06. Jul.	4 15. Aug.	5 26. Sept.	6 04. Nov.	
Anzahl Ziegen		142	143	142	142	140	141	850
FAMACHA® Auge	1	0,7 %	–	–	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,5 %
	2	9,2 %	11,2 %	5,6 %	12,7 %	7,9 %	19,1 %	10,9 %
	3	59,2 %	58,7 %	74,6 %	70,4 %	65,0 %	54,6 %	63,8 %
	4	29,6 %	30,1 %	19,7 %	16,2 %	26,4 %	25,5 %	24,6 %
	5	1,4 %	–	–	–	–	–	0,2 %
FAMACHA® Scheide	1	–	0,7 %	–	0,7 %	1,4 %	1,4 %	0,7 %
	2	9,9 %	14,0 %	16,9 %	31,7 %	32,1 %	40,4 %	24,1 %
	3	64,8 %	70,6 %	75,4 %	64,8 %	57,1 %	46,1 %	63,2 %
	4	25,4 %	14,7 %	7,7 %	2,8 %	9,3 %	12,1 %	12,0 %
Körperkon- dition	0	52,8 %	83,9 %	83,8 %	89,4 %	90,0 %	90,8 %	81,8 %
	1	40,8 %	14,0 %	14,1 %	9,9 %	10,0 %	7,8 %	16,1 %
	2	6,3 %	2,1 %	2,1 %	0,7 %		1,4 %	2,1 %
Kotkonsistenz	0	85,2 %	62,2 %	83,1 %	93,7 %	67,9 %	94,3 %	81,1 %
	1	14,8 %	35,7 %	16,9 %	6,3 %	32,1 %	5,7 %	18,6 %
	2	–	2,1 %	–	–	–	–	0,4 %
	3	–	–	–	–	–	–	–
TST- Gesamtscore	1	0,7 %	–	–	0,7 %	–	0,7 %	0,4 %
	2	9,2 %	7,0 %	4,9 %	10,6 %	6,4 %	16,3 %	9,1 %
	3	31,0 %	33,6 %	52,8 %	61,3 %	43,6 %	48,9 %	45,2 %
	4	26,8 %	38,5 %	32,4 %	23,2 %	36,4 %	29,8 %	31,2 %
	5	24,6 %	17,5 %	7,7 %	4,2 %	11,4 %	3,5 %	11,5 %
	6	6,3 %	3,5 %	2,1 %	–	2,1 %	0,7 %	2,5 %
	7	1,4 %	–	–	–	–	–	0,2 %

Tabelle IX-11: Prozentuale Verteilung der klinischen Parameter pro Betriebsbesuch bei den Milchziegen aus Betrieb 2

		Betriebsbesuch						Gesamt
		1 07. Apr.	2 18. Mai	3 05. Jul.	4 14. Aug.	5 25. Sept.	6 03. Nov.	
Anzahl Ziegen		225	218	216	209	202	191	1261
FAMACHA® Auge	1	–	–	–	–	–	–	–
	2	3,6 %	12,8 %	6,9 %	7,7 %	5,4 %	14,1 %	8,3 %
	3	37,3 %	44,5 %	59,3 %	69,4 %	56,4 %	67,5 %	55,3 %
	4	57,8 %	42,7 %	33,8 %	23,0 %	38,1 %	17,8 %	36,1 %
	5	1,3 %	–	–	–	–	0,5 %	0,3 %
FAMACHA® Scheide	1	–	0,5 %	–	1,0 %	1,5 %	–	0,7 %
	2	13,3 %	20,2 %	5,1 %	12,0 %	13,4 %	1,6 %	16,8 %
	3	73,8 %	55,5 %	79,2 %	79,4 %	60,9 %	39,3 %	67,1 %
	4	12,4 %	22,5 %	15,7 %	7,7 %	23,8 %	51,8 %	15,0 %
	5	0,4 %	1,4 %	–	–	0,5 %	7,3 %	0,4 %
Körperkondition	0	68,4 %	83,9 %	87,0 %	88,0 %	91,6 %	90,6 %	84,6 %
	1	28,9 %	14,7 %	12,5 %	11,5 %	8,4 %	8,9 %	14,4 %
	2	2,7 %	1,4 %	0,5 %	0,5 %	–	0,5 %	1,0 %
Kotkonsistenz	0	82,7 %	74,3 %	76,9 %	87,6 %	84,2 %	78,0 %	80,6 %
	1	17,3 %	21,6 %	22,7 %	12,4 %	15,3 %	22,0 %	18,6 %
	2	–	4,1 %	0,5 %	–	–	–	0,8 %
	3	–	–	–	–	0,5 %	–	0,1 %
TST-Gesamtscore	1	–	–	–	–	–	–	–
	2	3,1 %	8,7 %	4,2 %	5,3 %	5,4 %	8,9 %	5,9 %
	3	22,7 %	30,7 %	43,1 %	58,9 %	43,6 %	54,5 %	41,7 %
	4	45,8 %	39,9 %	39,4 %	28,2 %	40,1 %	28,3 %	37,2 %
	5	20,4 %	16,5 %	11,6 %	5,7 %	9,4 %	7,9 %	12,1 %
	6	7,1 %	3,7 %	1,9 %	1,9 %	1,5 %	0,5 %	2,9 %
	7	0,9 %	0,5 %	–	–	–	–	0,2 %

9. Vorkommen der möglichen TST-Kombinationen

Tabelle IX-12: Häufigkeit der einzelnen Kombinationen (n) und deren prozentualer Anteil pro Betriebsbesuch an: allen vorkommenden Kombinationen, den entwurmungsbedürftigen (TST ≥ 5) bzw. nicht-entwurmungsbedürftigen (TST ≤ 4) Milchziegen aus Betrieb 1

n = Anzahl Ziegen; hervorgehoben sind die entwurmungsbedürftigen Kombinationen (TST-Score ≥ 5) und der höchste prozentuale Anteil an den Kombinationen

BCS = Körperkondition (von 0–gut/durchschnittlich bis 2–abgemagert)

Kot = Kotkonsistenz (von 0–geformt/geballt bis 3–wässrig)

Auge = FAMACHA®-Score am Auge (von 1–rot bis 5–weiß)

Besuch	BCS	Kot	Auge	TST	n	prozentualer Anteil an		
						allen Kombinationen	TST ≥ 5	TST ≤ 4
1	0	0	1	1	1	0,70 %		1,04 %
			2	2	13	9,15 %		13,54 %
			3	3	44	30,99 %		45,83 %
			4	4	9	6,34 %		9,38 %
		1	3	4	5	3,52 %		5,21 %
			4	5	3	2,11 %	6,52 %	
	1	0	3	4	24	16,90 %		25,00 %
			4	5	21	14,79 %	45,65 %	
			5	6	1	0,70 %	2,17 %	
		1	3	5	7	4,93 %	15,22 %	
			4	6	5	3,52 %	10,87 %	
			5	7	1	0,70 %	2,17 %	
	2	0	3	5	4	2,82 %	8,70 %	
			4	6	3	2,11 %	6,52 %	
			5	7	1	0,70 %	2,17 %	
		1	4	7	1	0,70 %	2,17 %	
2	0	0	2	2	10	6,99 %		8,85 %
			3	3	45	31,47 %		39,82 %
			4	4	23	16,08 %		20,35 %
		1	2	3	2	1,40 %		1,77 %
			3	4	27	18,88 %		23,89 %
			4	5	11	7,69 %	36,67 %	
		2	3	5	1	0,70 %	3,33 %	
			4	6	1	0,70 %	3,33 %	
	1	0	2	3	1	0,70 %		0,88 %
			3	4	3	2,10 %		2,65 %
			4	5	5	3,50 %	16,67 %	
		1	2	4	2	1,40 %		1,77 %
			3	5	5	3,50 %	16,67 %	
			4	6	3	2,10 %	10,00 %	

Fortsetzung von Tabelle IX-12

Besuch	BCS	Kot	Auge	TST	n	prozentualer Anteil an		
						allen Kombinationen	Besuch	BCS
2	1	2	3	6	1	0,70 %	3,33 %	
	2	0	3	5	2	1,40 %	6,67 %	
		1	2	5	1	0,70 %	3,33 %	
3	0	0	2	2	7	4,93 %		5,47 %
			3	3	74	52,11 %		57,81 %
			4	4	20	14,08 %		15,63 %
		1	2	3	1	0,70 %		0,78 %
			3	4	16	11,27 %		12,50 %
			4	5	1	0,70 %	7,14 %	
	1	0	3	4	10	7,04 %		7,81 %
			4	5	5	3,52 %	35,71 %	
		1	3	5	3	2,11 %	21,43 %	
			4	6	2	1,41 %	14,29 %	
	2	0	3	5	2	1,41 %	14,29 %	
		1	3	6	1	0,70 %	7,14 %	
4	0	0	1	1	1	0,70 %		0,74 %
			2	2	15	10,56 %		11,03 %
			3	3	85	59,86 %		62,50 %
			4	4	20	14,08 %		14,71 %
		1	3	4	6	4,23 %		4,41 %
	1	0	2	3	2	1,41 %		1,47 %
			3	4	6	4,23 %		4,41 %
			4	5	3	2,11 %	50,00 %	
		1	2	4	1	0,70 %		0,74 %
			3	5	2	1,41 %	33,33 %	
	2	0	3	5	1	0,70 %	16,67 %	
5	0	0	2	2	8	5,71 %		6,61 %
			3	3	58	41,43 %		47,93 %
			4	4	22	15,71 %		18,18 %
		1	1	2	1	0,71 %		0,83 %
			2	3	3	2,14 %		2,48 %
			3	4	23	16,43 %		19,01 %
			4	5	11	7,86 %	57,89 %	
	1	0	3	4	6	4,29 %		4,96 %
			4	5	1	0,71 %	5,26 %	
		1	3	5	4	2,86 %	21,05 %	

Fortsetzung von Tabelle IX-12

Besuch	BCS	Kot	Auge	TST	n	prozentualer Anteil an		
						allen Kombinationen	Besuch	BCS
5	1	1	4	6	3	2,14 %	15,79 %	
6	0	0	1	1	1	0,71 %		0,74 %
			2	2	23	16,31 %		17,04 %
			3	3	66	46,81 %		48,89 %
			4	4	32	22,70 %		23,70 %
		1	2	3	2	1,42 %		1,48 %
			3	4	2	1,42 %		1,48 %
			4	5	2	1,42 %	33,33 %	
	1	0	2	3	1	0,71 %		0,74 %
			3	4	7	4,96 %		5,19 %
			4	5	1	0,71 %	16,67 %	
		1	3	5	2	1,42 %	33,33 %	
	2	0	2	4	1	0,71 %		0,74 %
			4	6	1	0,71 %	16,67 %	

Tabelle IX-13: Häufigkeit der einzelnen Kombinationen (n) und deren prozentualer Anteil pro Betriebsbesuch an: allen vorkommenden Kombinationen, den entwurmungsbedürftigen (TST \geq 5) bzw. nicht-entwurmungsbedürftigen (TST \leq 4) Milchziegen aus Betrieb 2

n = Anzahl Ziegen; hervorgehoben sind die entwurmungsbedürftigen Kombinationen (TST-Score \geq 5) und der höchste prozentuale Anteil an den Kombinationen

BCS = Körperkondition (von 0–gut/durchschnittlich bis 2–abgemagert)

Kot = Kotkonsistenz (von 0–geformt/geballt bis 3–wässrig)

Auge = FAMACHA®-Score am Auge (von 1–rot bis 5–weiß)

Besuch	BCS	Kot	Auge	TST	n	prozentualer Anteil an		
						allen Kombinationen	TST \geq 5	TST \leq 4
1	0	0	2	2	7	3,11 %		4,35 %
			3	3	51	22,67 %		31,68 %
			4	4	77	34,22 %		47,83 %
		1	3	4	13	5,78 %		8,07 %
			4	5	6	2,67 %	9,38 %	
	1	0	3	4	12	5,33 %		7,45 %
			4	5	32	14,22 %	50,00 %	
			5	6	2	0,89 %	3,13 %	
		1	2	4	1	0,44 %		0,62 %
			3	5	6	2,67 %	9,38 %	
			4	6	11	4,89 %	17,19 %	
			5	7	1	0,44 %	1,56 %	

Fortsetzung von Tabelle IX-13

Besuch	BCS	Kot	Auge	TST	n	prozentualer Anteil an		
						allen Kombinationen	Besuch	BCS
1	2	0	3	5	2	0,89 %	3,13 %	
			4	6	3	1,33 %	4,69 %	
		1	4	7	1	0,44 %	1,56 %	
2	0	0	2	2	19	8,72 %		10,98 %
			3	3	59	27,06 %		34,10 %
			4	4	59	27,06 %		34,10 %
		1	2	3	7	3,21 %		4,05 %
			3	4	20	9,17 %		11,56 %
			4	5	11	5,05 %	24,44 %	
		2	2	4	1	0,46 %		0,58 %
			3	5	5	2,29 %	11,11 %	
			4	6	2	0,92 %	4,44 %	
	1	0	2	3	1	0,46 %		0,58 %
			3	4	7	3,21 %		4,05 %
			4	5	15	6,88 %	33,33 %	
		1	3	5	5	2,29 %	11,11 %	
			4	6	3	1,38 %	6,67 %	
		2	4	7	1	0,46 %	2,22 %	
	2	0	4	6	2	0,92 %	4,44 %	
		1	3	6	1	0,46 %	2,22 %	
3	0	0	2	2	9	4,17 %		4,81 %
			3	3	88	40,74 %		47,06 %
			4	4	52	24,07 %		27,81 %
		1	2	3	5	2,31 %		2,67 %
			3	4	26	12,04 %		13,90 %
			4	5	8	3,70 %	27,59 %	
	1	0	3	4	7	3,24 %		3,74 %
			4	5	10	4,63 %	34,48 %	
		1	3	5	7	3,24 %	24,14 %	
			4	6	3	1,39 %	10,34 %	
	2	2	2	6	1	0,46 %	3,45 %	
4	0	0	2	2	11	5,26 %		5,70 %
			3	3	118	56,46 %		61,14 %
			4	4	35	16,75 %		18,13 %
		1	2	3	3	1,44 %		1,55 %
			3	4	16	7,66 %		8,29 %

Fortsetzung von Tabelle IX-13

Besuch	BCS	Kot	Auge	TST	n	prozentualer Anteil an		
						allen Kombinationen	Besuch	BCS
4	0	1	4	5	1	0,48 %	6,25 %	
	1	0	2	3	2	0,96 %		1,04 %
			3	4	8	3,83 %		4,15 %
			4	5	8	3,83 %	50,00 %	
		1	3	5	3	1,44 %	18,75 %	
			4	6	3	1,44 %	18,75 %	
	2	0	4	6	1	0,48 %	6,25 %	
5	0	0	2	2	11	5,45 %		6,11 %
			3	3	88	43,56 %		48,89 %
			4	4	61	30,20 %		33,89 %
		1	3	4	16	7,92 %		8,89 %
			4	5	8	3,96 %	36,36 %	
		3	3	6	1	0,50 %	4,55 %	
	1	0	3	4	4	1,98 %		2,22 %
			4	5	6	2,97 %	27,27 %	
		1	3	5	5	2,48 %	22,73 %	
			4	6	2	0,99 %	9,09 %	
6	0	0	2	2	17	8,90 %		9,71 %
			3	3	94	49,21 %		53,71 %
			4	4	25	13,09 %		14,29 %
			5	5	1	0,52 %	6,25 %	
		1	2	3	9	4,71 %		5,14 %
			3	4	23	12,04 %		13,14 %
			4	5	4	2,09 %	25,00 %	
		1	2	3	1	0,52 %		0,57 %
			3	4	6	3,14 %		3,43 %
			4	5	5	2,62 %	31,25 %	
			3	5	5	2,62 %	31,25 %	
	2	1	3	6	1	0,52 %	6,25 %	

10. Hämatokrit-Werte der einzelnen FAMACHA®-Scores

Tabelle IX-14: Übersicht der Hämatokrit-Werte für die einzelnen FAMACHA®-Scores der Augen- und Scheidenschleimhaut bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Anzahl gemessener Werte (n), Minimalwert (Min), Maximalwert (Max), Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD)

		FAMACHA ©-Score									
		Augenschleimhaut					Scheidenschleimhaut				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Betrieb 1	n	–	16	84	43	–	1	20	101	21	–
	Min (%)	–	20,0	20,0	20,9	–	25,4	23,8	20,0	20,0	–
	Max (%)	–	37,7	39,3	35,8	–	25,4	39	39,3	34,9	–
	MW (%)	–	30,3	28,4	27,0	–	25,4	29,4	28,4	26,1	–
	SD (%)	–	4,8	3,8	3,8	–	–	4,2	3,9	3,8	–
Betrieb 2	n	–	17	53	44	–	–	15	64	32	3
	Min (%)	–	26,8	19,9	20,3	–	–	23,1	19,9	21,1	21,3
	Max (%)	–	42,5	35,0	35,8	–	–	35,8	35,0	42,5	30,2
	MW (%)	–	31,4	27,9	26,8	–	–	28,4	27,5	29,0	25,7
	SD (%)	–	4,2	3,4	3,5	–	0	3,3	3,7	4,3	4,5

11. Korrelationen der klinischen Parameter mit Eiausscheidung

Tabelle IX-15: Zusammenhang zwischen dem FAMACHA®-Score der Augenschleimhaut und der Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare

		Betriebsbesuch						über ganzen Zeitraum
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.	
Betrieb 1	r	0,257**	0,170*	0,081	0,003	0,307*	0,157	0,080
	p	0,002	0,042	0,584	0,985	0,028	0,121	0,068
	n	138	143	48	42	51	99	521
Betrieb 2	r	0,048	-0,057	0,034	-0,081	0,150	0,041	-0,180**
	p	0,479	0,410	0,800	0,548	0,269	0,614	< 0,001
	n	223	212	57	57	56	157	762
beide Betriebe	r	0,162*	0,049	0,116	-0,067	0,161	0,095	-0,060*
	p	0,002	0,357	0,240	0,507	0,097	0,131	0,032
	n	361	355	105	99	107	256	1283

* signifikant; ** hoch signifikant

Tabelle IX-16: Zusammenhang zwischen dem FAMACHA®-Score der Scheidenschleimhaut und der Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare

		Betriebsbesuch						über ganzen Zeitraum
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.	
Betrieb 1	r	0,155	0,014	0,204	-0,032	-0,139	0,137	-0,120**
	p	0,070	0,868	0,165	0,839	0,329	0,177	0,006
	n	138	143	48	42	51	99	521
Betrieb 2	r	0,041	0,057	-0,072	0,032	-0,178	0,146	-0,025
	p	0,546	0,412	0,595	0,815	0,190	0,068	0,483
	n	223	212	57	57	56	157	762
beide Betriebe	r	0,056	0,051	0,213*	-0,037	-0,227*	0,133*	-0,064*
	p	0,287	0,333	0,029	0,717	0,019	0,033	0,022
	n	361	355	105	99	107	256	1283

* signifikant; ** hoch signifikant

Tabelle IX-17: Zusammenhang zwischen Körperkondition und Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare

		Betriebsbesuch						über ganzen Zeitraum
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.	
Betrieb 1	r	0,130	-0,042	0,449**	0,275	0,178	0,011	-0,209**
	p	0,128	0,620	0,001	0,078	0,210	0,918	< 0,001
	n	138	143	48	42	51	99	521
Betrieb 2	r	0,211**	0,166*	0,103	0,070	0,154	-0,046	-0,073*
	p	0,002	0,016	0,447	0,603	0,256	0,571	0,045
	n	223	212	57	57	56	157	762
beide Betriebe	r	0,148**	0,077	0,252**	0,103	0,102	-0,018	-0,129**
	p	0,005	0,146	0,010	0,310	0,296	0,769	< 0,001
	n	361	355	105	99	107	256	1283

* signifikant; ** hoch signifikant

Tabelle IX-18: Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare

		Betriebsbesuch						über ganzen Zeitraum
		1 06./07. Apr.	2 18./19. Mai	3 05./06. Jul.	4 14./15. Aug.	5 25./26. Sept.	6 03./04. Nov.	
Betrieb 1	r	-0,032	-0,108	0,100	-0,065	-0,171	0,093	-0,042
	p	0,706	0,201	0,497	0,684	0,229	0,359	0,339
	n	138	143	48	42	51	99	521
Betrieb 2	r	0,103	0,353**	0,012	-0,310*	0,225	-0,136	0,134**
	p	0,126	< 0,001	0,932	0,019	0,096	0,089	< 0,001
	n	223	212	57	57	56	157	762
beide Betriebe	r	0,064	0,085	0,125	-0,233*	0,016	0,007	0,065*
	p	0,223	0,112	0,205	0,020	0,867	0,909	0,020
	n	361	355	105	99	107	256	1283

* signifikant; ** hoch signifikant

12. Korrelation der klinischen Parameter und der Milchleistung

Tabelle IX-19: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen beider Studienbetriebe zusammen

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare; jedem Besuch ist eine Milchleistungsprüfung zugeordnet, siehe Tabelle IV-13

		TST-Gesamtscore	FAMACHA [®] - Score		Körperkondition	Kotkonsistenz
			Augen	Scheide		
Besuch 1 n = 295	r	0,181**	0,229**	0,022	0,073	0,010
	p	0,002	< 0,001	0,711	0,212	0,867
Besuch 2 n = 311	r	0,109	0,073	0,001	0,049	0,062
	p	0,055	0,197	0,992	0,394	0,274
Besuch 3 n = 312	r	0,058	0,099	0,014	-0,003	-0,041
	p	0,309	0,082	0,799	0,960	0,472
Besuch 4 n = 308	r	-0,016	0,071	-0,006	-0,084	-0,125*
	p	0,783	0,213	0,921	0,143	0,029
Besuch 5 n = 298	r	0,136*	0,103	0,100	-0,016	0,117*
	p	0,019	0,076	0,086	0,778	0,043
Besuch 6 n = 286	r	0,088	0,045	0,080	0,109	0,075
	p	0,140	0,449	0,175	0,066	0,208

* signifikant; ** hoch signifikant

Tabelle IX-20: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen aus Betrieb 1

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare; jedem Besuch ist eine Milchleistungsprüfung zugeordnet, siehe Tabelle IV-13

		TST-Gesamtscore	FAMACHA [®] -Score		Körper-kondition	Kot-konsistenz
			Auge	Scheide		
Besuch 1 n = 101	r	0,190	0,231*	0,153	0,105	0,038
	p	0,057	0,020	0,126	0,297	0,707
Besuch 2 n = 107	r	0,243*	0,045	0,074	0,158	0,256**
	p	0,012	0,648	0,447	0,103	0,008
Besuch 3 n = 111	r	0,212*	0,207*	0,280**	0,135	0,051
	p	0,026	0,029	0,003	0,157	0,598
Besuch 4 n = 111	r	0,101	0,186	0,181	0,001	-0,199*
	p	0,293	0,050	0,058	0,993	0,036
Besuch 5 n = 108	r	0,325**	0,204*	0,125	0,047	0,284**
	p	0,001	0,034	0,199	0,627	0,003
Besuch 6 n = 108	r	0,104	0,112	0,194*	0,019	0,030
	p	0,284	0,249	0,045	0,847	0,759

* signifikant; ** hoch signifikant

Tabelle IX-21: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen aus Betrieb 2

Korrelation nach Spearman: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare; jedem Besuch ist eine Milchleistungsprüfung zugeordnet, siehe Tabelle IV-13

		TST-Gesamtscore	FAMACHA [®] -Score		Körper-kondition	Kot-konsistenz
			Auge	Scheide		
Besuch 1 n = 194	r	0,171*	0,235**	-0,064	0,044	-0,011
	p	0,017	0,001	0,375	0,543	0,879
Besuch 2 n = 204	r	0,025	0,090	-0,037	-0,002	-0,072
	p	0,724	0,201	0,600	0,979	0,305
Besuch 3 n = 201	r	< 0,001	0,070	-0,095	-0,075	-0,077
	p	0,994	0,327	0,181	0,290	0,278
Besuch 4 n = 197	r	0,032	0,049	0,019	-0,030	-0,014
	p	0,658	0,494	0,787	0,674	0,843
Besuch 5 n = 190	r	0,023	0,040	0,071	-0,043	< 0,001
	p	0,755	0,582	0,331	0,559	0,997
Besuch 6 n = 178	r	0,072	0,022	-0,006	0,134	0,059
	p	0,338	0,775	0,932	0,075	0,435

* signifikant; ** hoch signifikant

13. Zusammenhang von Milchleistung und Eiausscheidung

Tabelle IX-22: Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Pearson: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare; jedem Besuch ist eine Milchleistungsprüfung zugeordnet, siehe Tabelle IV-13

		Betriebsbesuch					
		1	2	3	4	5	6
Betrieb 1	r	-0,036	-0,102	0,064	0,274	0,069	-0,007
	p	0,724	0,294	0,702	0,096	0,651	0,948
	n	98	107	38	38	46	86
Betrieb 2	r	0,038	-0,030	-0,026	-0,168	-0,368**	-0,013
	p	0,601	0,674	0,856	0,233	0,007	0,874
	n	193	198	51	52	53	146
beide Betriebe	r	0,018	-0,056	-0,100	0,157	-0,050	0,001
	p	0,754	0,330	0,351	0,140	0,623	0,983
	n	291	305	89	90	99	232

** hoch signifikant

14. Zusammenhang von Laktationsnummer und Eiausscheidung

Tabelle IX-23: Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe

Korrelation nach Pearson: r = Korrelationskoeffizient, p = p-Wert, n = Anzahl Datenpaare

		Betriebsbesuch ^a					
		1	2	3	4	5	6
Betrieb 1	r	0,069	0,013	0,071	-0,017	-0,163	0,031
	p	0,424	0,881	0,632	0,916	0,254	0,759
	n	137	142	48	42	51	99
Betrieb 2	r	-0,050	-0,176*	-0,121	0,256	0,206	0,265**
	p	0,454	0,010	0,368	0,055	0,127	0,001
	n	223	212	57	57	56	157
beide Betriebe	r	-0,014	-0,059	-0,047	0,133	-0,031	0,146*
	p	0,796	0,269	0,634	0,190	0,751	0,019
	n	360	354	105	99	107	256

* signifikant; ** hoch signifikant

^a Jungtiere, die noch nicht in MLP gemeldet sind, werden mit der Laktationsnummer 0 berücksichtigt

15. Einfluss der Entwurmung auf Milchleistung, Betrieb 1

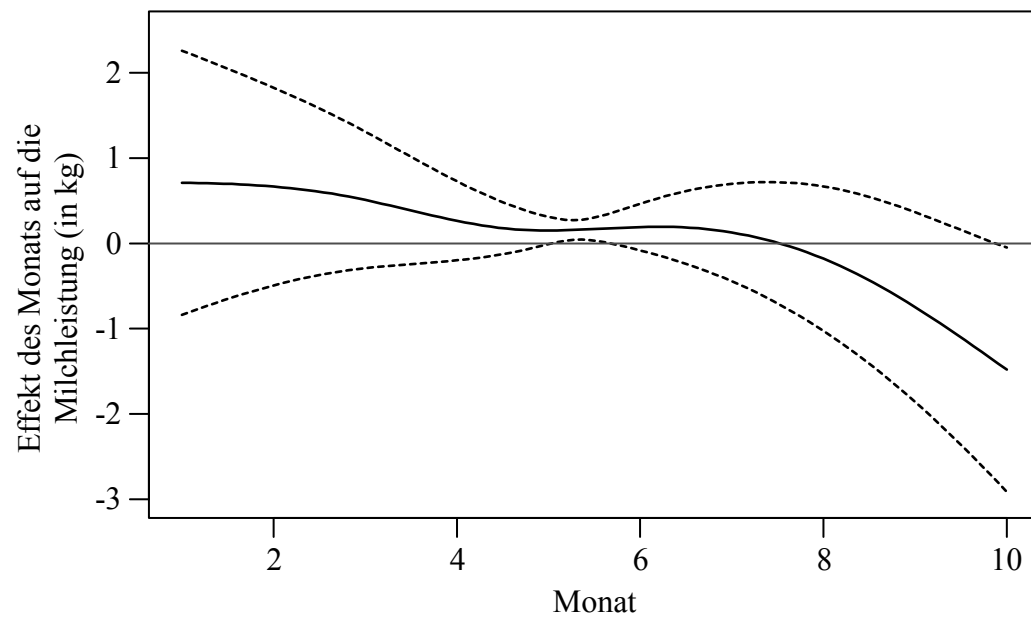


Abbildung IX-1: Darstellung des Monatseffektes mit 95-% Konfidenzintervall auf die Milchleistung der Ziegen aus Betrieb 1

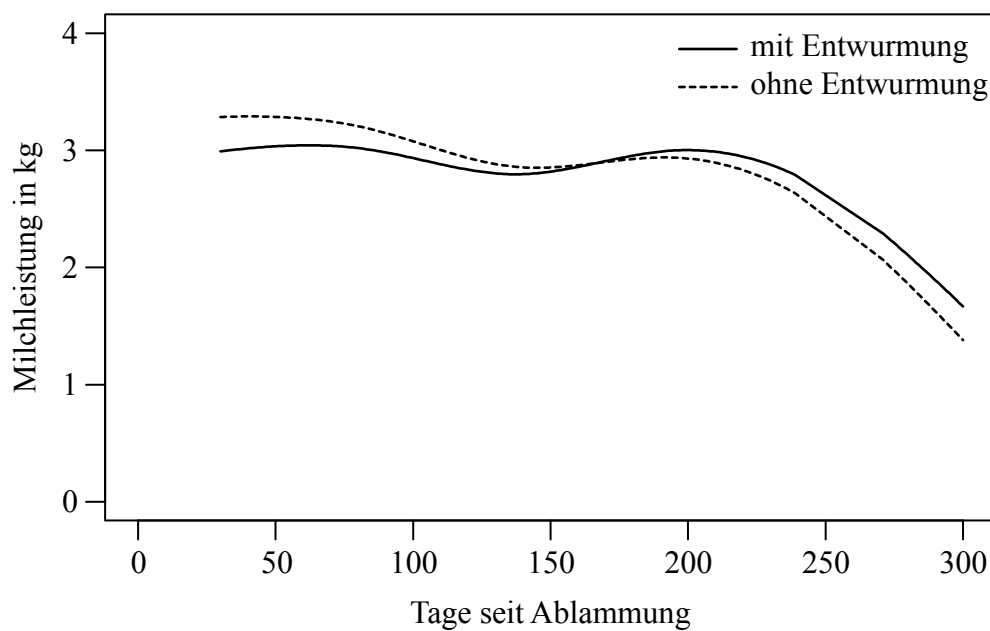


Abbildung IX-2: Darstellung des Effektes der Entwurmung einer Ziege mit einem TST-Score ≥ 5 auf die Milchleistung bei Betrieb 1

Tabelle IX-24: Milchleistung bis Tag 300 nach unterschiedlichen Zeitpunkten der Entwurmung bei den Milchziegen aus Betrieb 1

	keine Entwurmung	Entwurmung zu Modellbeginn	Tag nach Ablammung zum Zeitpunkt der Entwurmung			
			Tag 100	Tag 150	Tag 200	Tag 250
Milchleistung in kg	684,76	678,13	693,67	698,10	697,15	692,67

Tabelle IX-25: Modell zur Berechnung des Effektes der Entwurmung auf die Milchleistung bei den Milchziegen aus Betrieb 1

	Regressionskoeffizient	Standardfehler	p-Wert
(Intercept)	2.5412	0.8021	0.0019
Zeit (Tage nach Ablammung)	0.0011	0.0054	0.8425
Entwurmung (Referenz: keine Entwurmung)	-0.3589	0.6069	0.5553
Wechselwirkung	0.0022	0.0026	0.4014
Anzahl Beobachtungen: 141			
Anzahl Subjekte: 17			
Vorhersagegenauigkeit (MSE): 0.668998			

X. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung II-1: Ziegenhaltung in Deutschland von 1961-2013	2
Abbildung II-2: Ziegenbestand in Deutschland (2013)	3
Abbildung II-3: Überblick über den Lebenszyklus von Trichostrongyliden	6
Abbildung III-1: Anwendung der FAMACHA®-Karte an der Augen- (a) und an der Scheidenschleimhaut (b) bei Milchziegen.....	30
Abbildung III-2: Skizze zur Beprobung der Weiden	38
Abbildung IV-1: Wetterdiagramm der Mittelwerte der Jahre 2003–2014.....	44
Abbildung IV-2: Wetterdiagramm für die Jahre 2013 und 2014	44
Abbildung IV-3: Ergebnisse der einzelnen Milchleistungsprüfungen (MLP) der beiden Studienbetriebe	46
Abbildung IV-4: Milchleistung der Ziegen in den beiden Studienbetrieben (a = Be- trieb 1, b = Betrieb 2) nach Laktationsnummer (Lakt.-Nr.)-Gruppe.....	47
Abbildung IV-5: Entwicklung der Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) der Milch- ziegen beider Studienbetriebe	49
Abbildung IV-6: Kategorisierung der Eiausscheidung von gastrointestinalen Strong- yliden-Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) der Milchziegen beider Studien- betriebe über den Versuchszeitraum	51
Abbildung IV-7: Ergebnisse der Larvendifferenzierung gastrointestinaler Nematoden bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	52
Abbildung IV-8: Anzahl infektiöser Larven (LIII) pro kg getrocknetem Gras der Weiden beider Milchziegenbetriebe.....	56
Abbildung IV-9: Aufbau des Melkstandes (a) und Untersuchung der Farbe der Scheidenschleimhaut (b) bei den Milchziegen auf Betrieb 1	57
Abbildung IV-10: Zeitliche Entwicklung des TST-Gesamtscores bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	59
Abbildung IV-11: Zeitliche Entwicklung der Schleimhautfarbe am Auge und an der Scheide bei den Milchziegen beider Studienbetriebe.....	59
Abbildung IV-12: Zeitliche Entwicklung der Körperkondition und Kotkonsistenz bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	60
Abbildung IV-13: Zusammenhang zwischen dem Hämatokrit und dem FAMACHA®- Score am Auge bei den Milchziegen beider Studienbetriebe.....	63

Abbildung IV-14: Zusammenhang zwischen Hämatokrit und FAMACHA [®] -Score an der Scheide bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	63
Abbildung IV-15: Zusammenhang von Hämatokrit und Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	64
Abbildung IV-16: Unterschied zwischen dem FAMACHA [®] -Score am Auge und dem an der Scheide bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	66
Abbildung IV-17: ROC-Kurve zur Validierung des TST-Systems im Hinblick auf die Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) für die Schwellenwerte $EpG \geq 500$ und $EpG > 1000$ bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	68
Abbildung IV-18: TST-Score aufgeteilt nach Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	69
Abbildung IV-19: Schleimhautfarbe aufgeteilt nach Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	70
Abbildung IV-20: Körperkondition bzw. Kotkonsistenz aufgeteilt nach Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	70
Abbildung IV-21: Veränderung der mittleren Eiausscheidung der entwurmtten im Vergleich zu den nicht-entwurmtten Milchziegen beider Studienbetriebe	74
Abbildung IV-22: Darstellung des Monatseffektes mit 95 % Konfidenzintervall auf die Milchleistung der Ziegen aus Betrieb 2	77
Abbildung IV-23: Darstellung des Effektes der Entwurmung einer Ziege mit einem TST-Score ≥ 5 auf die Milchleistung bei Betrieb 2	77
Abbildung IX-1: Darstellung des Monatseffektes mit 95-% Konfidenzintervall auf die Milchleistung der Ziegen aus Betrieb 1	168
Abbildung IX-2: Darstellung des Effektes der Entwurmung einer Ziege mit einem TST-Score ≥ 5 auf die Milchleistung bei Betrieb 1	168

XI. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle II-1: Prävalenzen der Trichostrongylidae bei Ziegen in Deutschland	8
Tabelle III-1: Betriebsdaten 2014 von den an der Studie teilnehmenden Betrieben ...	28
Tabelle III-2: Anzahl entwurmter Tiere pro Betriebsbesuch aufgeteilt nach Entwurmungsgrund	32
Tabelle IV-1: Verteilung der Laktationsnummern bei den Ziegen der zwei Studienbetriebe (B 1 und B 2)	45
Tabelle IV-2: Zeitpunkt der Ablammung bei den Ziegen der zwei Studienbetriebe ...	45
Tabelle IV-3: Anzahl ausgewerteter Ziegen pro Milchleistungsprüfung	46
Tabelle IV-4: Ausscheidung von Eiern gastrointestinaler Strongylisten im Kot der Milchziegen beider Studienbetriebe im Verlauf des Versuches.....	50
Tabelle IV-5: Vorkommen von <i>Nematodirus</i> spp. Eiern im Kot der Milchziegen beider Studienbetriebe	51
Tabelle IV-6: Vorkommen von <i>Strongyloides papillosus</i> Eiern im Kot der Milchziegen beider Studienbetriebe	54
Tabelle IV-7: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Zeit (= Betriebsbesuche) bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	61
Tabelle IV-8: Die vier häufigsten Kombinationen der klinischen Parameter bezogen auf alle ermittelten Kombinationen bzw. auf alle Kombinationen mit einem TST-Score ≥ 5 bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	61
Tabelle IV-9: Übersicht über die ermittelten Hämatokrit-Werte (%) bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	62
Tabelle IV-10: Zusammenhang zwischen dem Hämatokrit und dem FAMACHA®-Score bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	63
Tabelle IV-11: Zusammenhänge zwischen dem Hämatokrit und der Laktationsnummer, der Anzahl an Lämmern, der Milchleistung und der Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) bei den Milchziegen beider Studienbetriebe.....	65
Tabelle IV-12: Zusammenhang zwischen dem TST-Score und der Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	67
Tabelle IV-13: Zuordnung der Betriebsbesuche zu einer der Milchleistungsprüfungen (MLP)	69

Tabelle IV-14: Zusammenhang zwischen der Laktationsnummer und dem TST-Score bzw. den einzelnen klinischen Parametern bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	71
Tabelle IV-15: Kennzahlen zur Eiausscheidung vor und nach einer Entwurmung von Milchziegen zweier Studienbetriebe	73
Tabelle IV-16: Anzahl der entwurmtten und nicht-entwurmtten (= Kontrolltiere) Ziegen mit einem Score ≥ 5 pro Betriebsbesuch und $> 1\text{MLP}$	75
Tabelle IV-17: Modell zur Berechnung des Effektes der Entwurmung auf die Milchleistung bei den Milchziegen aus Betrieb 2.....	76
Tabelle V-1: Vergleich der Korrelationen zwischen Farbe der Augenschleimhaut in Form des FAMACHA [®] -Wertes und dem Hämatokrit-Wert verschiedener Studien	85
Tabelle IX-1: Übersicht über Studien zum Thema TST-Schema bei kleinen Wiederkäuern	129
Tabelle IX-2: Auszug aus der Taxonomie des Stammes Nematoda.....	137
Tabelle IX-3: Auszug aus der Taxonomie des Stammes Platyhelmintha	137
Tabelle IX-4: In Deutschland zugelassene Anthelminthika bei Rind (R) und Schaf (S) (Datenquelle: VETIDATA (Stand: 08.03.2016)).....	139
Tabelle IX-5: Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung in kg aufgeteilt nach Zeitpunkt der Ablammung bei den Ziegen aus Betrieb 1	150
Tabelle IX-6: Zusammenhang zwischen Laktationsnummer und Milchleistung in kg aufgeteilt nach Zeitpunkt der Ablammung bei den Ziegen aus Betrieb 2.....	151
Tabelle IX-7: Ergebnisse der Larvendifferenzierung bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	152
Tabelle IX-8: Beprobung der Weide auf dem Milchziegenbetrieb 1	153
Tabelle IX-9: Beprobung der Weide auf dem Milchziegenbetrieb 2.....	154
Tabelle IX-10: Prozentuale Verteilung der klinischen Parameter pro Betriebsbesuch bei den Milchziegen aus Betrieb 1	155
Tabelle IX-11: Prozentuale Verteilung der klinischen Parameter pro Betriebsbesuch bei den Milchziegen aus Betrieb 2	156
Tabelle IX-12: Häufigkeit der einzelnen Kombinationen (n) und deren prozentualer Anteil pro Betriebsbesuch an: allen vorkommenden Kombinationen, den entwurmungsbedürftigen ($\text{TST} \geq 5$) bzw. nicht-entwurmungsbedürftigen ($\text{TST} \leq 4$) Milchziegen aus Betrieb 1	157

Tabelle IX-13: Häufigkeit der einzelnen Kombinationen (n) und deren prozentualer Anteil pro Betriebsbesuch an: allen vorkommenden Kombinationen, den entwurmungsbedürftigen ($TST \geq 5$) bzw. nicht-entwurmungsbedürftigen ($TST \leq 4$) Milchziegen aus Betrieb 2	159
Tabelle IX-14: Übersicht der Hämatokrit-Werte für die einzelnen FAMACHA [®] -Scores der Augen- und Scheidenschleimhaut bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	162
Tabelle IX-15: Zusammenhang zwischen dem FAMACHA [®] -Score der Augenschleimhaut und der Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe.....	163
Tabelle IX-16: Zusammenhang zwischen dem FAMACHA [®] -Score der Scheidenschleimhaut und der Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe	163
Tabelle IX-17: Zusammenhang zwischen Körperkondition und Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe.....	164
Tabelle IX-18: Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Eiausscheidung bei den Milchziegen beider Betriebe	164
Tabelle IX-19: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen beider Studienbetriebe zusammen.....	165
Tabelle IX-20: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen aus Betrieb 1	166
Tabelle IX-21: Zusammenhang zwischen dem TST-Gesamtscore bzw. den einzelnen klinischen Parametern und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen aus Betrieb 2	166
Tabelle IX-22: Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Milchleistung in kg bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	167
Tabelle IX-23: Zusammenhang zwischen der Eiausscheidung und der Laktationsnummer bei den Milchziegen beider Studienbetriebe	167
Tabelle IX-24: Milchleistung bis Tag 300 nach unterschiedlichen Zeitpunkten der Entwurmung bei den Milchziegen aus Betrieb 1	169
Tabelle IX-25: Modell zur Berechnung des Effektes der Entwurmung auf die Milchleistung bei den Milchziegen aus Betrieb 1	169

XII. DANKSAGUNG

Meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. Knubben-Schweizer möchte ich für die Bereitstellung des Themas und das in mich gesetzte Vertrauen danken. Herzlichen Dank auch für die eingeschobene Korrektur in letzter Minute, die mir den Abgabetermin gerettet hat. Das weiß ich sehr zu schätzen.

Ohne meine Betreuerinnen wäre mir die Arbeit nicht gelungen. Ein großer Dank geht an Dr. Katja Voigt – für die allzeit geleistete Hilfe, die wertvollen Ratschläge, die hilfreichen Gespräche und die unermüdlichen Korrekturen. Danke, dass du an mich geglaubt, mich ermutigt und dein Wissen mit mir geteilt hast. Ebenfalls danken möchte ich Dr. Miriam Scheuerle, die mir den Einstieg in die parasitologischen Untersuchungen so einfach wie möglich gemacht hat und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist. Danke, Miriam, für deine nette Betreuung, die Korrekturen und die geduldige Hilfe bei der Anpassung von Labormethoden, bei mir unbekannten Gebilden unter dem Mikroskop und bei den Larvendifferenzierungen.

Ein herzlicher Dank geht an „meine“ beiden Studienbetriebe: Für die offenherzige, freundliche und lockere Art, mit der ihr uns empfangen habt, bin ich euch sehr dankbar – wir fühlten uns immer willkommen bei euch. Ohne eure Mithilfe bei meinen Betriebsbesuchen würde ich bestimmt heute noch Ziegen untersuchen und beproben. Danke auch für die geduldige Beantwortung meiner vielen Fragen und das leckere Essen.

Für die unbezahlbare Mithilfe im Labor und/oder bei den Betriebsbesuchen möchte ich einen großen Dank an meine beiden Schwestern Laura und Tamara Jaggy, meinen Freund Marco Keller sowie meine Freundinnen Gerhild Rosenberger und Kristin Bernhart aussprechen. Ihr habt mir nicht nur durch euren Arbeitseinsatz sondern auch durch Unterhaltung und Motivation bei den zumeist monotonen Arbeiten geholfen.

Für die überaus geduldige und immer freundliche, lehr- und hilfreiche statistische Beratung danke ich ganz herzlich Anna Rieger – mit einer ansteckenden Ruhe hast du mir Lösungen aufgezeigt und bei den Auswertungen geholfen. Danke für deine tolle Unterstützung.

Dankbar bin ich auch für die finanzielle Unterstützung durch den Nachlass des Dr. Karl Heinz Kurtze, die mir mehr freie Zeit für die Arbeit schenkte, in der ich sonst nebenbei hätte arbeiten müssen.

Ein weiterer Dank geht an Elisabeth Kiess und ihre Kolleginnen im Labor des Lehrstuhls für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie, die ich bei Fragen zur

Methodik und Auswertung kontaktieren durfte und die mir bei Unklarheiten immer wieder weitergeholfen haben.

Danke auch an Frau Hartmann und ihr Laborteam an der Klinik für Wiederkäuer für die zeitaufwendige Auswertung der Blutproben.

Meiner Familie, meinen Großeltern und Marco möchte ich für die langjährige Motivation danken, die sie mir schon während des Studiums haben zukommen lassen. Sie gaben mir die nötige Kraft, um durchzuhalten und haben mich immer unterstützt. Die Arbeit ist zum Teil auch mit euer Verdienst. Dafür danke ich Euch. In diesem Zusammenhang seien auch meine geliebten Schafe erwähnt, welche mir Ruhe und Gelassenheit beigebracht und eventuelle schlechte Launen vertrieben haben – ich werde euch nie vergessen.

Ebenfalls danke ich meiner Projektpartnerin Franziska Steiner für die harmonische Zusammenarbeit und Unterstützung bei den Betriebsbesuchen – die gegenseitige Motivation war sehr viel wert.

Ein weiterer Dank geht an Klaus Drössler vom LKV BW für die Bereitstellung der Milchleistungsdaten im Excel-Format, was mir viel Zeit erspart hat.

Andreas Kern von Bioland e.V. möchte ich für die Initialisierung des Projektes danken. Danke auch an das Klinikteam und insbesondere den Mitdoktoranden für die super Stimmung innerhalb des Teams – ich habe sehr viel Spaß mit euch gehabt und so einiges an der Klinik lernen können.

Zu guter Letzt danke ich noch dem Känguru und diversen anderen Hörbüchern, die mich während trister Labortage vorzüglich unterhalten und mir die Arbeitszeit scheinbar verkürzt haben.